



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV VODNÍCH STAVEB**

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

**REVITALIZACE RAMENE ŘEKY VÁHU**

REVITALIZATION BRANCH OF THE RIVER VAH

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Bc. Stanislav Grand

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

prof. Dr. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR

**BRNO 2018**



## VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav vodních staveb

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Stanislav Grand
<b>Název</b>	Revitalizace ramene řeky Váhu
<b>Vedoucí práce</b>	prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2017
<b>Datum odevzdání</b>	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

---

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

Just, T. a kol. Vodohospodářské revitalizace, Praha 2005

Marhoun, K. Zásady revitalizace vodních toků, Aquatis Brno 1991

Novák, L. a kol. Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží, Praha 1986

Šlezinger, M. Revitalizace toků, VUTIUM Brno 2011

Šlezinger, M. Vegetační doprovod vodních toků a nádrží, CERM Brno 1996

Úradníček, L., Šlezinger, M. Stabilizace břehů, VUT Brno 2007

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Posouzení stávajícího stavu břehů - zajištění podkladů

Zaměření řešené části vybrané lokality (pokud není zaměření součástí podkladů)

Zpracování teorie možného použití revitalizačních prvků (biologické, biotechnické)

Zpracování výkresové dokumentace - řezy břehovým územím s návrhem revitalizačních prvků

Situace úpravy s návrhem revitalizačních prvků

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

---

prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger  
Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Diplomová práca sa zaoberá revitalizáciou mŕtveho ramena rieky Váh, ktoré čelí problémom kolísajúcej hladiny, nevhodných podmienok pre rybiu populáciu a nedostatočnej kapacity pre odber do príľahlého rybníka. Súčasťou práce je popis všeobecných charakteristík územia a súčasný stav ramena, nasleduje návrh úprav a technického objektu na vtoku do ramena a hydrotechnické výpočty týkajúce sa technického objektu, výkopových prác a doby vyprázdnenia ramena.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Revitalizácia, mŕtve rameno, rieka Váh

## **ABSTRACT**

The diploma thesis deals with restoration of dead-end meander of the Váh river, which is facing problems with fluctuating water level, inappropriate conditions for fish population and insufficient capacity for water withdrawal to adjacent pond. The thesis consists of description of general characteristics of the area and current state of the dead-end meander, followed by the design of modifications within the meander and technical object at the inlet and hydrotechnical calculations concerning the technical object, excavation works and the time of emptying the meander.

## **KEYWORDS**

Restoration, dead-end meander, Váh river

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Stanislav Grand *Revitalizace ramene řeky Váhu*. Brno, 2018. 60 s., 6 s. příl.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních  
staveb. Vedoucí práce prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 8. 1. 2018

---

Bc. Stanislav Grand  
autor práce

# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 8. 1. 2018

---

Bc. Stanislav Grand  
autor práce

## POĎAKOVANIE

Týmto by som sa chcel poďakovať prof. Dr. Ing. Miloslavovi Šlezingrovi za odborné vedenie a pripomienky. Ďalej by som sa chcel poďakovať Ing. Jozefovi Belovičovi za poskytnutie podkladov, uvedenie do problému a rady pri vypracovaní diplomovej práce.



# OBSAH

ÚVOD .....	11
1. SPRIEVODNÁ SPRÁVA .....	12
1.1. Správna orientácia .....	12
1.2. Geodetické podklady .....	12
1.3. Hydrologické podklady .....	12
1.4. Geologické údaje .....	15
1.5. Požiadavky na odbery .....	18
1.6. Čistota vôd .....	18
1.7. Priemysel .....	19
1.8. Poľnohospodárstvo .....	19
1.9. Lesníctvo .....	20
1.10. Rekreačné využitie .....	21
1.11. Splavnosť .....	21
1.12. Životné prostredie – súčasný stav .....	21
2. TECHNICKÁ SPRÁVA .....	23
2.1. Správna orientácia .....	23
2.2. Úvodná časť .....	23
2.2.1. Účel projektu .....	23
2.2.2. Popis a vývoj lokality .....	23
2.2.3. Zaistené podklady .....	25
2.3. Popis súčasného stavu .....	26
2.4. Revitalizácia ramena a návrhnuté úpravy .....	30
2.4.1. Vyčistenie ramena .....	31
2.4.2. Minimálna požadovaná hladina .....	32
2.4.3. Priečny profil a vegetačný doprovod .....	35
2.4.4. Návrh technického objektu na vtoku .....	39

2.4.5. Rekreačné prvky .....	42
3. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY .....	44
3.4. Hrúbka dosky stavidla .....	44
3.5. Výpočet kubatúr .....	46
3.6. Čiary zatopených plôch a objemov .....	46
3.7. Doba vyprázdnenia po otvorení stavidla .....	49
ZÁVER .....	54
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....	55
ZOZNAM OBRÁZKOV .....	57
ZOZNAM TABULIEK .....	58
ZOZNAM GRAFOV .....	59
ZOZNAM PRÍLOH .....	60

## ÚVOD

Diplomová práca sa zaoberá revitalizáciou mŕtveho ramena Váhu pri obci Trnovec nad Váhom. Rameno je pôvodným meandrom Váhu, avšak po úpravách a presmerovaní hlavného toku sa rameno postupne začalo zanášať a vybudovaním VD Králová čelí problémom kolísajúcej hladiny, ktorá nepriaznivo vplýva na rybiu populáciu a takisto znemožňuje odber vody do priľahlého rybníka Amerika III.

Účelom práce je popísať súčasný stav ramena a všeobecné charakteristiky záujmovej lokality a následne navrhnúť riešenie, ktoré zlepší podmienky pre život rybej osádky v ramene a zaistiť možnosť regulácie hladiny pomocou jednoduchého technického objektu na vtoku do ramena.

Návrhnuté úpravy obsahujú prečistenie ramena od nánosov, prehĺbenie dna na požadovanú výškovú kótu vychádzajúce z návrhu minimálnej požadovanej hĺbky pre rybiu populáciu a návrh stavidla, ktoré má zaistiť stálu hladinu v ramene v prípade odberu vody do rybníka Amerika III.

Práca tiež obsahuje hydrotechnické výpočty týkajúce sa kubatúr a doby vyprázdnenia ramena a výkresovú dokumentáciu navrhnutého stavu a technického objektu.

# 1. SPRIEVODNÁ SPRÁVA

## 1.1. Správna orientácia

**Názov projektu:** Revitalizácia mŕtveho ramena Váhu

**Lokalizácia:** Váh, r. km 54,205, katastrálne územie Trnovec nad Váhom, okres mesta Šaľa, Trnavský kraj

**Investor:** Obvodná organizácia SRZ Trnovec nad Váhom, Mestská organizácia SZR Šaľa

**Projektant:** Stanislav Grand

**Prevádzkovateľ:** Obvodná organizácia SRZ Trnovec nad Váhom, Mestská organizácia SZR Šaľa

## 1.2. Geodetické podklady

V rámci geodetických podkladov je k dispozícii geodetické zameranie koryta starého ramena a okolia, ktoré bolo vyhotovené na podnet obvodnej organizácie SRZ Trnovec nad Váhom, ktorá obhospodaruje tri rybníky a úsek hlavného toku Váhu v záujmovej oblasti.

Zameranie obsahuje základné hranice ramena s výškovými kótami vo výškovom systéme Bpv. Zakreslené sú tiež významné objekty ako panelová cesta, ktorá vedie ponad priepust, ktorý zaisťuje vtok vody do starého ramena, samotný priepust, odberný objekt na konci ramena a napojenie ramena na hlavný tok Váhu.

## 1.3. Hydrologické podklady

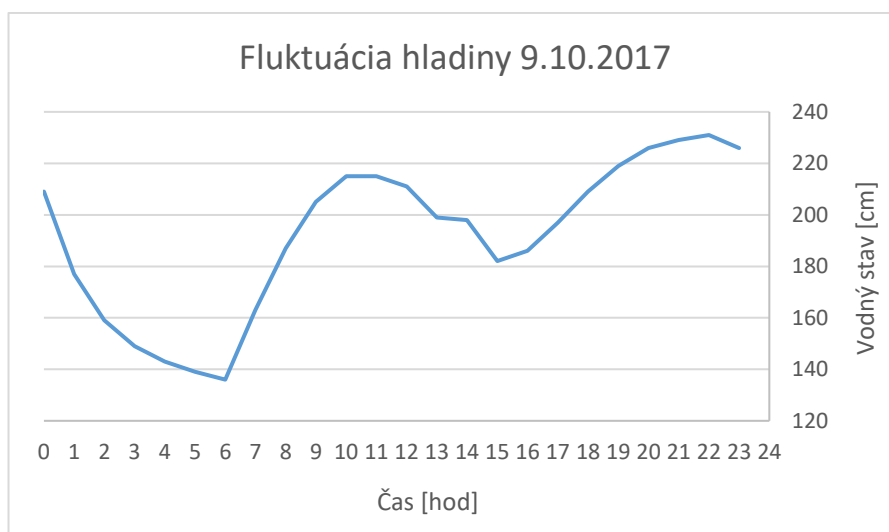
Hydrologické podklady boli získané zo Slovenského hydrometeorologického ústavu z oddelenia hydrológie. SHMU poskytuje voľný prístup k vodomerným staniciam v Slovenskej republike. Ďalšie podklady obsahujúce vodné stavy vodomernej stanice Šaľa-Váh boli poskytnuté Obvodnou organizáciou SRZ Trnovec nad Váhom. Informácie o prietokoch cez VE Kráľová boli získané z manipulačného poriadku od správcu toku.

V blízkosti záujmovej lokality sa nachádza vodomerná stanica č. 6480 Šaľa – Váh a dostupné sú informácie o vodnom stave v cm, ktoré sú aktualizované každých 15 minút. Vieme si tak vytvoriť obraz o kolísajúcej hladine na toku, viz. graf. č. 1.1 a tabuľka č.1.1.

Na grafe 1.2. vidno kolísanie hladiny v dlhšom časovom úseku. V kulminačných prietokoch môže dosahovať vodný stav až hodnoty 550-600cm.

Tab. Č. 1.1.: Vodný stav Šaľa - Váh

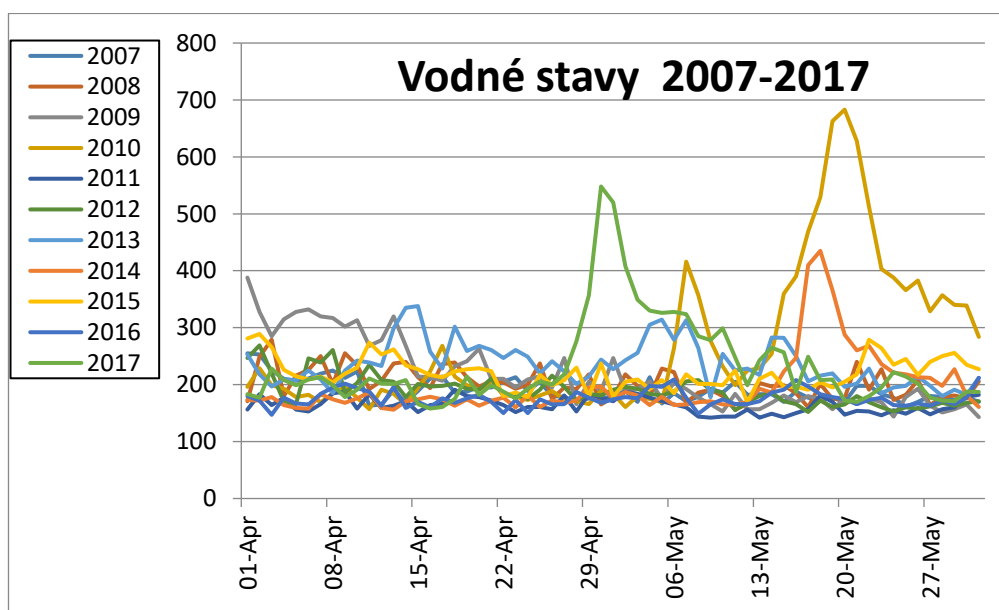
Čas merania	Vodný stav [cm]	Čas merania	Vodný stav [cm]
0:00	209	12:00	211
1:00	177	13:00	199
2:00	159	14:00	198
3:00	149	15:00	182
4:00	143	16:00	186
5:00	139	17:00	197
6:00	136	18:00	209
7:00	163	19:00	219
8:00	187	20:00	226
9:00	205	21:00	229
10:00	215	22:00	231
11:00	215	23:00	226



Graf č. 1.1.: Fluktuácia hladiny Šaľa – Váh



Graf č. 1.2.: Priemerné vodné stavy v mesiacoch apríl a máj v roku 2017



Graf č. 1.3.: Vodné stavy v rokoch 2007-2017

Záujmová oblasť sa nachádza pri obci Trnovec nad Váhom, ktorá sa nachádza v juhozápadnej časti Slovenskej republiky. Nadmorská výška oblasti sa pohybuje v rozmedzí od 110 – 125 m n. m. Z hľadiska klimaticko-geografického členenia Slovenskej republiky, ktorá vymedzuje 3 základné klimatické oblasti - teplá, mierna, chladná spadá lokalita do teplej klimatickej oblasti. Teplá oblasť sa delí podľa vlhkosti a teploty do 5 kategórií T1 – T5. Trnovec nad Váhom patrí do kategórie T2. <sup>[3]</sup> Región patrí medzi najteplejšie a najsuchšie oblasti Slovenskej republiky, priemerná januárová teplota v oblasti je  $-2,2^{\circ}\text{C}$ , priemerná júlová teplota  $20,6^{\circ}\text{C}$ , priemerná ročná teplota

9,8°C. <sup>[4]</sup> Priemerný ročný úhrn zrážok je 550-600 mm a priemerná vlhkosť vzduchu je 80%. <sup>[4]</sup>

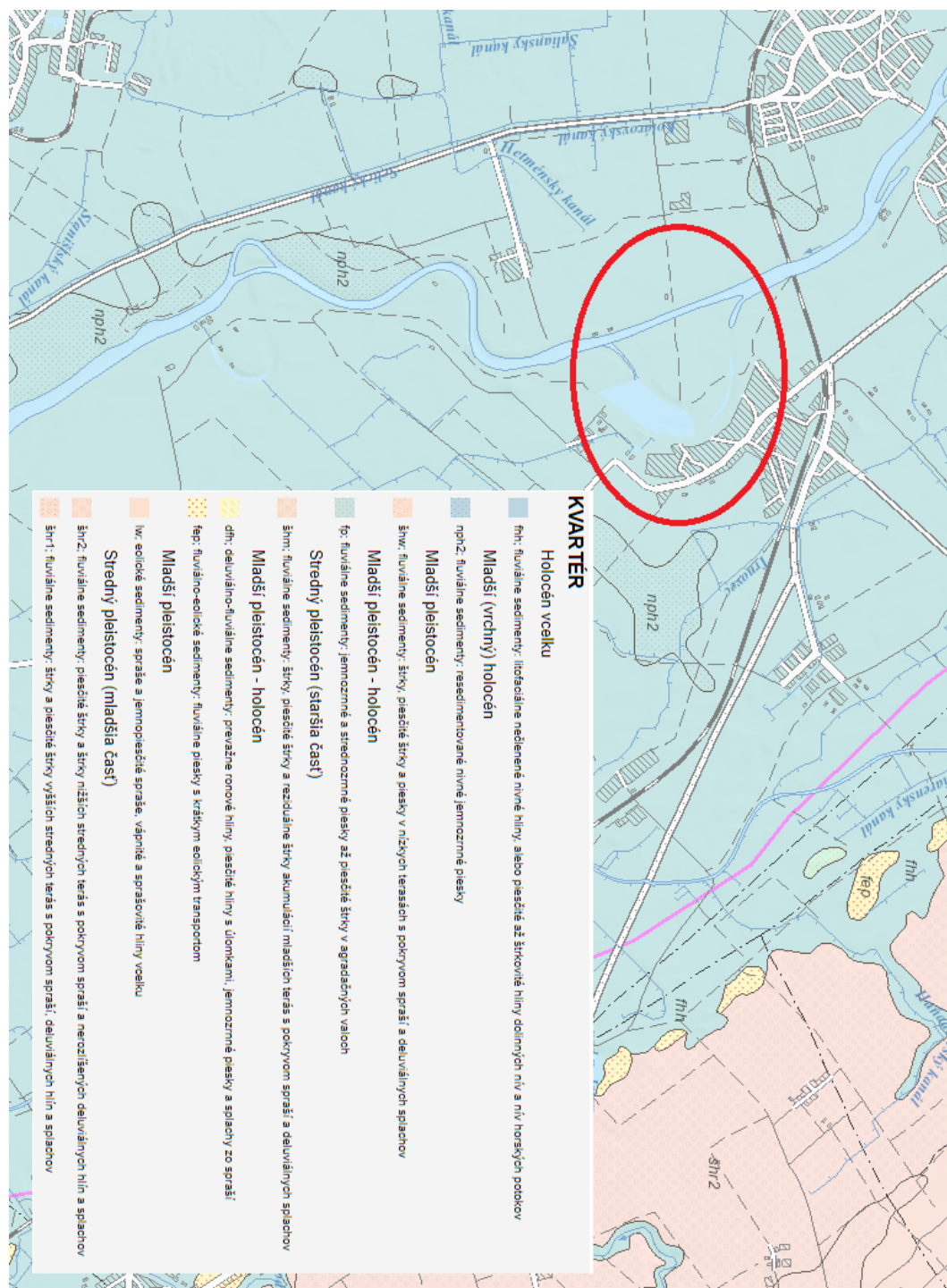
Vodomerná stanica Šaľa – Váh, ktorá je najbližšia k záujmovej lokalite má prístupné informácie o priemernom ročnom prietoku - 113,56 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>, maximálny kulminačný prietok je 677,10 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup> a minimálny priemerný denný prietok je 37,36 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>. Údaje o priemerných mesačných prietokoch sú v tabuľke č....

*Tab. č. 1.2.: Priemerné mesačné prietoky 2008 – stanica Šaľa – Váh*

Mesiac	Prietok
	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]
I	123.8
II	136.9
III	215.1
IV	162.5
V	115.3
VI	86.2
VII	106.8
VIII	97.2
IX	75.9
X	67.7
XI	65.9
XII	108.9

#### 1.4. Geologické údaje

Z hľadiska geomorfologického členenia Slovenska spadá záujmová oblasť do geomorfologického celku Podunajská nížina. Geologické údaje boli získané zo Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra, ktorý publikuje na svojom webe geologické mapy Slovenska. Súčasťou podkladov je podrobná geologická mapa oblasti v mierke 1:50 000.



Obr. č. 1.1.: Podrobná geologická mapa 1:50 000 <sup>[5]</sup>

Podrobná geologická mapa popisuje skladbu hornín v širšej oblasti záujmovej lokality a do ktorej geologickej periódy, resp. epochy patria. Z mapy je evidentné, že prevažnú väčšinu oblasti tvoria fluválne sedimenty: litofaciálne nečlenené nívne hliny alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív, ktoré spadajú do geologickej epochy Holocén v celku.



Súčasťou projektu nebolo vyhotovenie geologickej sondy. Z hľadiska možnosti vzniku potencionálnych mimoriadnych udalostí v dôsledku pôsobenia priemyselnej činnosti a prírodných síl môžeme konštatovať, že v oblasti sa nevyskytuje problematická geologická či pedologická skladba, banské oblasti ani ohrozenie seizmologickou činnosťou.

Pôdne pomery popisuje pôdna mapa, ktorá je k dispozícii na Pôdnom portáli. Súčasťou podkladov je Pôdna mapa v mierke 1:50 000.



Obr. č. 1.2.: Pôdna mapa 1:50 000 <sup>[6]</sup>

V širšej oblasti sa vyskytujú tieto pôdne typy:

- N3 - fluvizeme kultizemné karbonátové
- L5 - čiernice kultizemné karbonátové a čiernice glejové karbonátové
- C7 - černozeme čiernicové karbonátové

V tesnej blízkosti starého ramena prevažuje typ pôdy N3, teda fluvizeme subtypu kultizemné karbonátové. <sup>[6]</sup> Fluvizem je pôda, ktorá sa vyskytuje v riečnych nivách a je ovplyvňovaná záplavami a kolísaním podzemnej vody. Je charakteristická

vrstevnatosťou a nepravidelnosťou rozloženia organických látok v pôdnom profile. Zrornosť závisí na rýchlosti vodného toku. Vyznačuje sa dobrými fyzikálnymi vlastnosťami. [7]

### **1.5. Požiadavky na odbery**

Staré rameno, ktoré je dotované z hlavného toku Váhu, je napojené na rybník Amerika III. V priaznivých vodných stavoch je možný odber z ramena do rybníka. Rameno je s rybníkom prepojené rúrovým systémom, regulácia odberu je zaistená regulačným objektom, ktorý sa ovláda z koruny hrádze, ktorá tvorí hranicu medzi rybníkom a starým ramenom. Veľkosť požadovaného odberu tiež možno regulovať stavidlom, ktoré sa nachádza na vtoku do rybníku, je ovládané manuálne a je opatrené hrablicami, ktoré zamedzujú prítoku hrubých nečistôt.

Vzhľadom na nepravidelnú dotáciu starého ramena z hlavného toku Váhu je odber možný len za priaznivých vodných stavov. Vodný stav výrazne ovplyvňuje kolísanie hladín na VD Králová. Jedným z cieľov projektu bude zaistiť relatívne stály stav v koryte starého ramena a tak možnosť pravidelného odberu do rybník Amerika III.

Na základe dlhodobých pozorovaní je možný odber do rybníka za vodných stavov 350-400 cm na vodomernej stanici Šala-Váh, čo zodpovedá približne prietoku  $420 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  v hlavnom toku Váhu, resp. maximálnej hĺtnosti turbín na VD Králová.

### **1.6. Čistota vôd**

Na základe verejne prístupných informácií od SHMÚ z roku 2016, ktoré sa zaoberajú hodnotením kvality povrchových vôd na Slovensku môžeme určiť kvalitu vody v blízkosti záujmovej lokality. Najbližšie monitorované miesto s označením V380000D s názvom Váh-Selice sa nachádza pri obci Selice, v riečnom kilometri 47,7. [8]

K dispozícii sú merania základných ukazovateľov kvality vody a to všeobecných ukazovateľov, syntetických látok a nesyntetických látok. Z meraní vyplýva, že podľa nariadenia vlády 269/2010 o požiadavkách na kvalitu vody jeden ukazovateľ nevyhovuje a to dusitanový dusík  $\text{N-NO}_2$ , ktorého priemerná hodnota je  $0,032 \text{ mg/l}$ , a prevyšuje tak najvyššiu prípustnú koncentráciu  $0,02 \text{ mg/l}$ . Ostatné ukazovatele vyhovujú NV 269/2010.

[8]

Bodové znečistenia v blízkosti ramena neboli zistené, v širšom okruhu sa nachádzajú odkaliská priemyselného podniku Duslo Šaľa a.s. avšak tie priamo nezasahujú do ramena a nachádzajú sa v nižšej časti toku.

Oblasť patrí do pleskáčového pásma a má bohaté druhové zastúpenie. Rybársky revír je každoročne zarybňovaný kaprom, štikou a zubácom veľkoustým. <sup>[10]</sup>

## **1.7. Priemysel**

Vzhľadom na to, že záujmová lokalita sa nachádza v extraviláne obce Trnovec nad Váhom, nenachádzajú sa tu žiadne priemyselné podniky, ktoré by mohli potencionálne znečisťovať staré rameno či oblasť v tesnej blízkosti.

Z širšieho pohľadu sa však v oblasti mesta Šaľa nachádza priemyselný podnik Duslo Šaľa, a.s., ktorý patrí medzi najväčšie podniky chemického priemyslu na Slovensku. Zaoberá sa výrobou technických produktov, priemyselných hnojív, prídavkov do palív a inými produktami organickej a anorganickej chémie. Vzhľadom na to, že sa nachádza v relatívnej blízkosti hlavného toku Váhu a záujmová oblasť sa nachádza v nižšej časti toku, existuje určitá hrozba znečistenia.

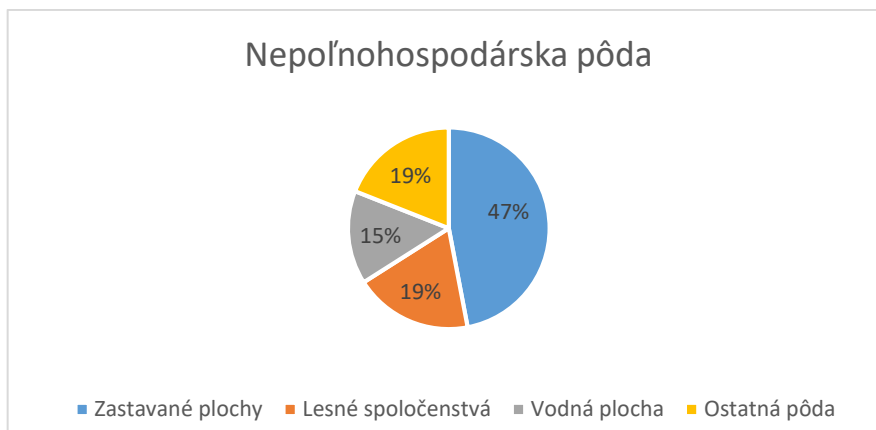
Znečistenie tiež môže pochádzať z kanalizačného systému mesta Šaľa. Merania kvality vody v monitorovacom mieste Selice ukazujú zvýšenú koncentráciu dusitanov N-NO<sub>2</sub>. Hlavným zdrojom dusitanov sú splaškové vody, tiež však poľnohospodárske hnojivá a priemyselný odpad. Práve tieto zdroje znečistenia môžu mať za dôsledok nevyhovujúcu koncentráciu N-NO<sub>2</sub> vo vode.

## **1.8. Poľnohospodárstvo**

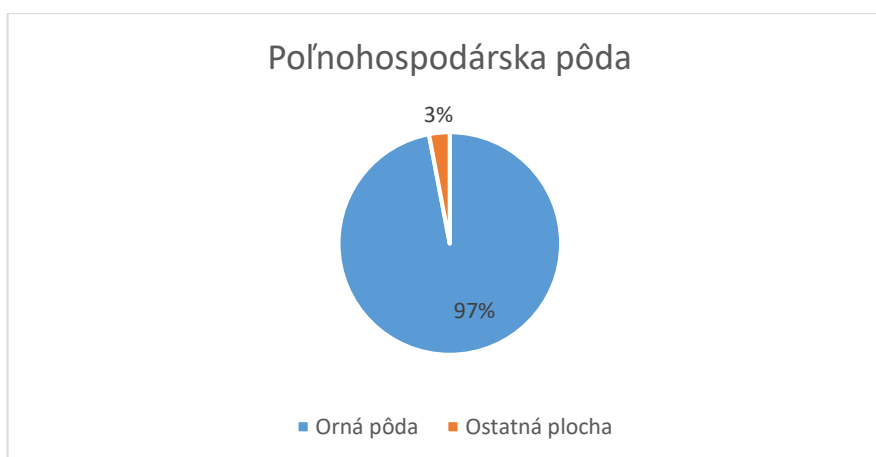
Oblasť sa rozprestiera na nížinnom reliéfe s vysokým podielom ornej pôdy. Z celkovej plochy katastrálneho územia až 76% pôdneho fondu zaberá poľnohospodárska pôda, z ktorej 97% tvorí orná pôda. Nepoľnohospodárska pôda zaberá zvyšných 24% plochy, z toho 47% zastavané plochy, 19% lesné spoločenstvá, 15% vodná plocha a 19% ostatná pôda. <sup>[9]</sup> Podiely plôch sú znázornené na grafe č. 1.4. a 1.5.

Z hľadiska BPEJ – Bonitované pôdno-ekologické jednotky sa tu vyskytujú černozeme bežné, lužné pôdy, černozeme karbonátové, černozeme lužné, nivné pôdy glejové a karbonátové. Bližšia pôdna skladba je popísaná v kapitole 1.4. Geologické údaje. Na poľnohospodárskych plochách sa pestujú najmä obilniny, krmoviny a kukurica.

V blízkosti záujmovej lokality sa nenachádzajú poľnohospodárske budovy, sklady hnojív a postrekov alebo odber vody pre závlahy.



*Graf č. 1.4.: Podiel plôch nepoľnohospodárskej pôdy*



*Graf č. 1.5.: Podiel plôch poľnohospodárskej pôdy*

## 1.9. Lesníctvo

Lesné plochy tvoria 19% nepoľnohospodárskej pôdy a celkovo len 4,5% katastrálneho územia. Prirodzená vegetácia v minulosti bola tvorená prevažne jaseňovými, dubovými, brestovými a jelšovými lesmi, prípadne vrbovými a topoľovými lesmi v blízkosti vodných plôch. <sup>[9]</sup> V súčasnosti sa však prirodzené spoločenstvá v okolí zachovali minimálne a väčšinu porastu tvoria topoľové a vrbové porasty v blízkosti Váhu a lineárna agátová výsadba v pozdĺž poľných ciest. Lesy sú prerušované lužnými kerovými porastami, ktoré tvoria najmä baza, trnka a svíb. <sup>[10]</sup>

## **1.10. Rekreačné využitie**

Zájmová oblasť sa nachádza na ľavom brehu hlavného toku rieky Váh, ktorá je vhodným miestom pre rybolov. Súčasťou lokality sú dva rybárske revíry: Rybník Amerika III, revír 2-2400-1-1 lovný-kaprový s rozlohou 3,2 ha a revír pri Rieke Váh 2-4370-1-1, lovný-kaprový, s rozlohou 300 ha. <sup>[11]</sup> Okrem rybolovu je lokalita vhodná na stanovanie, rôzne vodné športy, kúpanie a pešiu či cyklistickú turistiku.

Bezprostredné okolie starého ramena je v súčasnosti ťažko dostupné z dôvodu hustého porastu, ktorý tvorí ľavý aj pravý breh ramena. Oblasť však má vysoký potenciál rekreačného využitia na rybolov, táborenie a relax v prírode. Prípadné vybudovanie cyklotrasy, resp. náučného chodníka, prístreškov a ohnísk môže z ramena vytvoriť cieľovú destináciu pre mnohých turistov.

## **1.11. Splavnosť**

Samotné riešené rameno Váhu momentálne neprichádza do úvahy, čo sa týka splavnosti toku. Hĺbka vody výrazne kolíše až do úrovne, kedy sa v koryte nenachádza takmer žiadna voda.

Hlavný tok Váhu v blízkosti ramena je však splavný takmer celoročne, úsek je z hornej časti ohraničený VD Kráľová na riečnom kilometri 67,8 a z dolnej časti haťou pri obci Selice na riečnom kilometri 44,0.

## **1.12. Životné prostredie – súčasný stav**

Na základe zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 543/2003 z 25. júna 2002 – Zákon o ochrane prírody a krajiny vymedzujeme kategórie chránených území: <sup>[12]</sup>

- Chránená krajinná oblasť
- Národný park
- Chránený areál
- Prírodná rezervácia
- Prírodná pamiatka
- Chránený krajinný prvok
- Chránené vtáčie územie

Rameno pri Trnovci nad Váhom nepatrí do jednej z kategórií chránených území. Územie však patrí do oblastí s pôvodnými lužnými lesmi a má potenciál, aby sa stalo dôležitým biocentrom.

V blízkosti záujmovej lokality sa tiež nachádza prírodná pamiatka Trnovecké rameno, ktorá má rozlohu 6,58 ha a jej ochrana bola vyhlásená z dôvodu výskytu charakteristických druhov fauny a flóry. Patrí medzi biocentrá regionálneho významu. Rameno spadá pod 4. stupeň ochrany, kde je zakázané napr. ťažba dreva, umiestnenie reklamných a propagačných zariadení, aplikácia chemických látok a hnojív, rozorávanie trvalých trávnych porastov, zbieranie nerastov a skamenelín, oplocovanie pozemkov, vykonávanie geologických prác, umiestňovanie zariadení na vodnom toku neslúžiacich správe vodného toku a voľný pohyb psa. <sup>[13]</sup>

Navrhovaný projekt revitalizácie má v prvom rade za úlohu zaistiť vhodné podmienky pre neresenie rýb v koryte starého ramena a zaistenie stálej hladiny. Ambíciou projektu je tiež sprístupniť územie turistom a miestnym obyvateľom pre rekreáciu, avšak so zreteľom na ekologický význam danej oblasti a bez nepriaznivých zásahov a vplyvov na životné prostredie.

## **2. TECHNICKÁ SPRÁVA**

### **2.1. Správna orientácia**

**Názov projektu:** Revitalizácia mŕtveho ramena Váhu

**Lokalizácia:** Váh, r. km 54,205, katastrálne územie Trnovec nad Váhom, okres mesta Šaľa, Trnavský kraj

**Investor:** Obvodná organizácia SRZ Trnovec nad Váhom, Mestská organizácia SZR Šaľa

**Projektant:** Stanislav Grand

**Prevádzkovateľ:** Obvodná organizácia SRZ Trnovec nad Váhom, Mestská organizácia SZR Šaľa

### **2.2. Úvodná časť**

#### **2.2.1. Účel projektu**

Mŕtve rameno Váhu pri obci Trnovec nad Váhom je pozostatkom meandra Váhu, ktorý po umelých úpravách a vybudovaní Vodného diela Kráľová čelí problémom s kolísaním hladiny, zaneseným korytom a nedostatočnou kapacitou pre odberné účely pre rybník Amerika III. Účelom projektu je teda popis súčasného stavu mŕtveho ramena, návrh revitalizácie, ktorej súčasťou bude vyčistenie, prehĺbenie a zabezpečenie stáleho stavu hladiny v čase neresenia rýb a dostatočnej kapacity koryta za účelom odberu. Súčasťou projektu je tiež potenciálne rekreačné využitie okolia mŕtveho ramena a obnovenie vegetačného doprovodu.

#### **2.2.2. Popis a vývoj lokality**

Zaujmová lokalita sa nachádza v blízkosti obce Trnovec nad Váhom v povodí dolného Váhu v r. km 54,205 a rozkladá sa na katastrálnych územiach obce Trnovec nad Váhom a Šaľa, v okrese mesta Šaľa, v Nitrianskom kraji. Majetkovo územie patrí Urbárskemu združeniu Šaľa, Poľnohospodárskemu družstvu Šaľa, Slovenskému vodohospodárskemu podniku a Duslo Šaľa a.s..

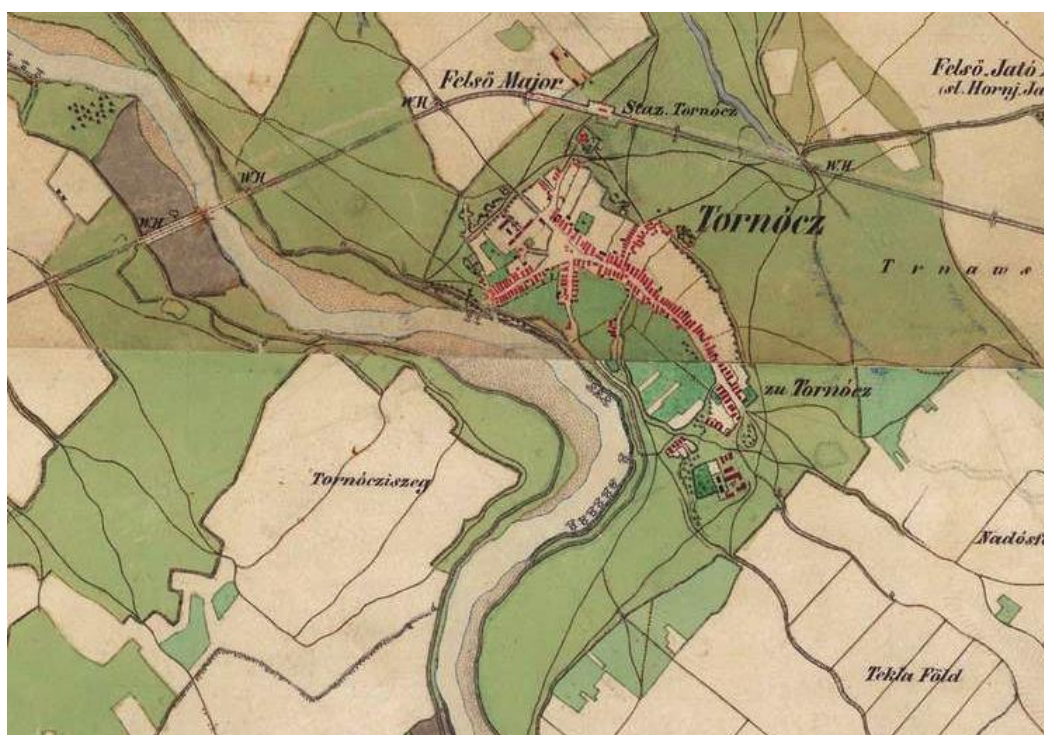




Obr. č. 2.1.: Lokalizácia záujmového územia



Pôvodný meander Váhu preteká pri obci Trnovec nad Váhom, v rokoch 1896 -1897 sa však tok presmeroval vykopaním 1640 m dlhého kanálu „Tornócszeg” a hlavný tok sa tak posunul do vzdialenosti 1 km od obce. V pôvodnom meandri vznikli priaznivé podmienky pre neresenie rýb v jarňoch mesiacoch a medzi novým korytom a pôvodným meandrom vznikol ostrov s názvom Amerika, ktorý bol vhodným útočiskom pre poľovnú zver. Staré koryto Váhu sa však postupne začalo zanášať a jeho kapacita znižovať, čo viedlo k nedostatočnej výške hladiny a strácal tak svoju funkciu. Vybudovaním odkalísk Amerika I a II bol meander zrušený a ostal len 400 m dlhý úsek, ktorý je prepojený s rybníkom Amerika III.



Obr. č. 2.2.: Historická mapa hlavného toku Váhu

### 2.2.3. Zaistené podklady

V rámci podkladov boli zaistené geodetické, hydrologické a dáta z monitorovacieho miesta Váh-Selice.

Geodetické podklady obsahujú zamerania riešeného ramena s výškovými kótami vo výškovom systéme Bpv. Zameranie obsahuje základné hranice ramena, objekty ako panelová cesta, priepust, odberný objekt na konci ramena a napojenie ramena na hlavný tok Váhu.

Hydrologické podklady obsahujú vodné stavy vo vodomernej stanici Šaľa-Váh a priemerné prietoky.



### 2.3. Popis súčasného stavu

Staré rameno je priamo napojené na hlavný tok Váhu v r. km 54,205 pri čom vtok je zatopený aj pri najnižších prietokoch. Vtok je od ramena oddelený malou hrádkou.



*Obr. č. 2.3.: Napojenie ramena na hlavný tok Váhu*

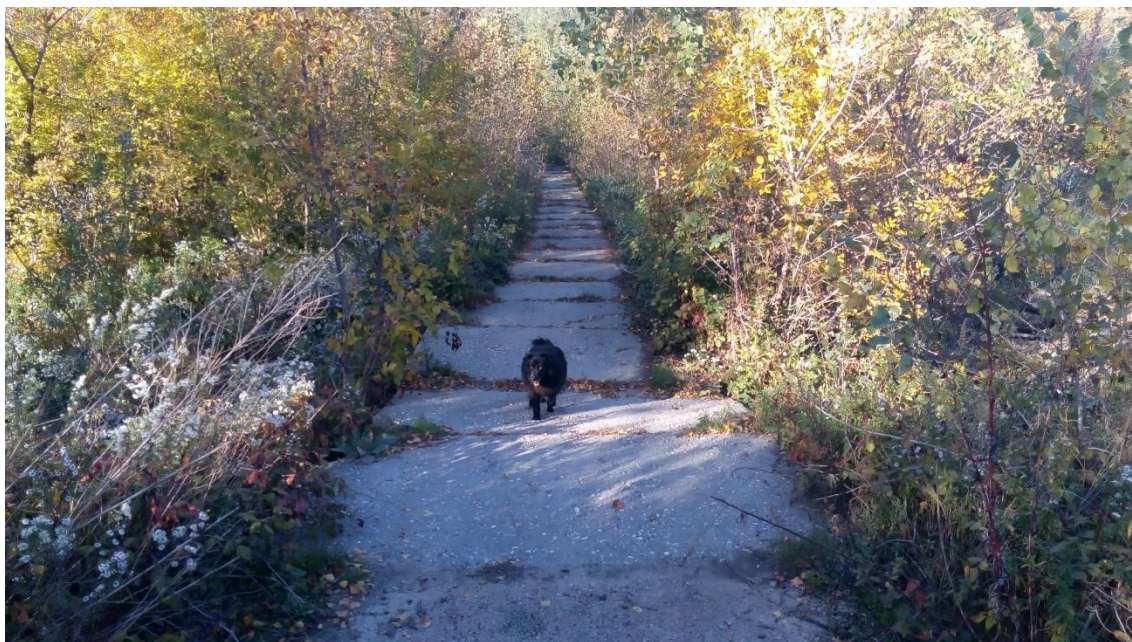
Popod hrádku vedie betónová rúra o priemere DN1200 mm, cez ktorú je voda vedená do starého ramena. Vtok je tak bez možnosti regulácie a existuje riziko zanášania od naplavenín.



*Obr. č. 2.4.: Vtok do ramena cez priepust DN 1200*

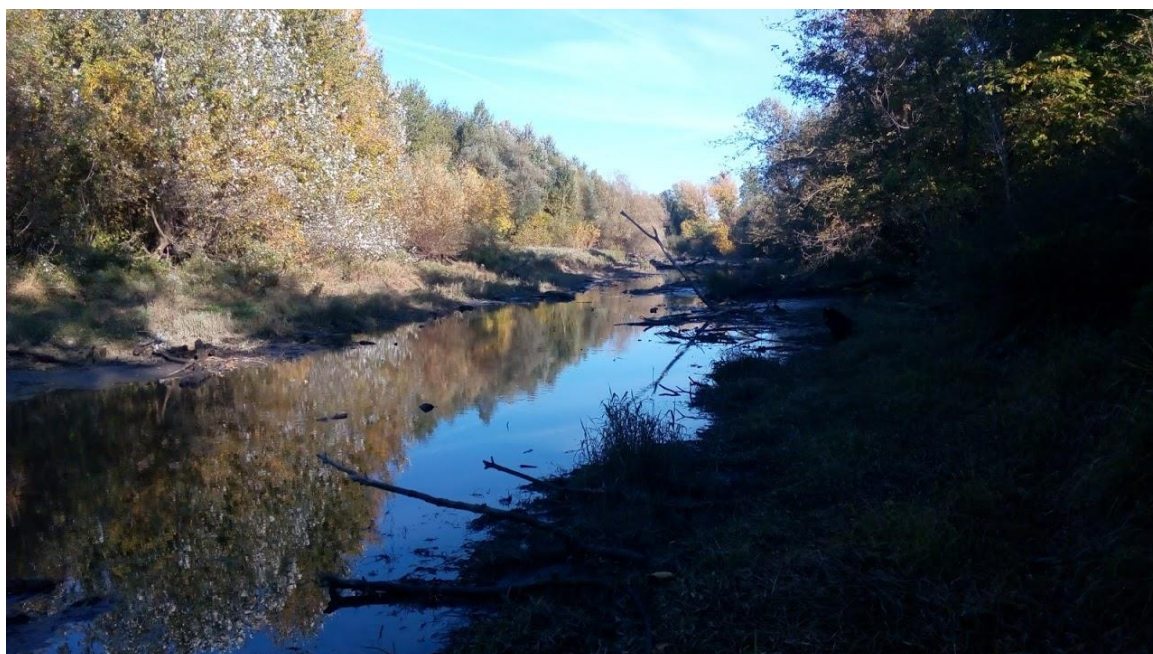


Nad betónovou rúrou vedie cesta z betónových blokov rovnobežne s hlavným tokom Váhu, ktorá spája ľavý a pravý breh starého ramena. Svahy hrádzky sú značne porastené krami.



*Obr. č. 2.5.: Cesta z betónových blokov*

Za vtokom nasleduje cca 400m dlhé koryto, ktoré je značne zarastené a zanesené od naplaveného dreva a splavenín z Váhu. Brehový porast tvoria dreviny typické pre lužné lesy: vrba, topol, agát, baza, trnka a svíb. <sup>[10]</sup>



*Obr. č. 2.6.: Pohľad na staré rameno*



Na konci je rameno ohraničené ochrannou hrádzou, pod ktorou vedie rúrový systém, cez ktorý je koryto prepojené s rybníkom Amerika III. Regulácia odberu vody z ramena a napúšťanie rybníka sú zaistené regulačným objektom, ktorý sa ovláda z koruny ochrannej hrádze a stavidlom, ktoré sa nachádza pri vtoku do rybníka. Za vyšších stavov hladiny je tak možné dotovať rybník vodou zo starého ramena.



*Obr. č. 2.7.: Regulačný objekt na korune ochrannej hrádze*

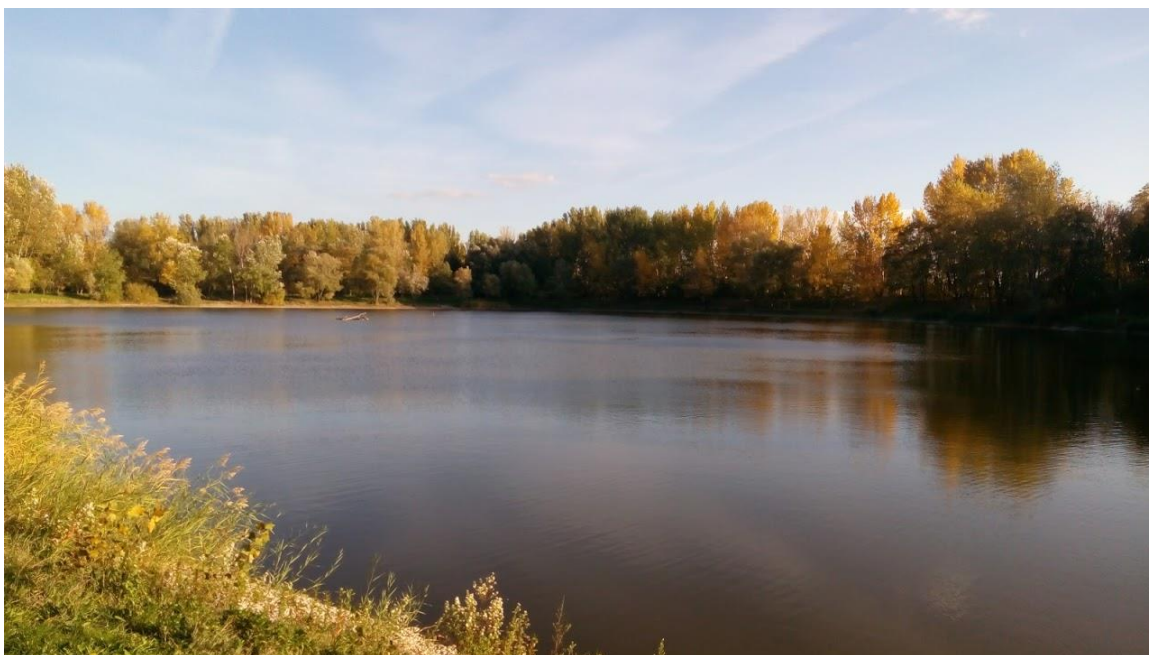
Vzhľadom na to, že záujmová lokalita sa nachádza pod VD Kráľová, môže dochádzať k značnému kolísaniu hladiny v hlavnom toku Váhu v krátkom časovom úseku (viz. Kap. Hydrologické údaje), čo spôsobuje nestálu hladinu v koryte starého ramena. Taktiež, vtok do starého ramena nie je zaistený regulačným objektom, čo znemožňuje kontrolovanie prítoku vody do ramena a zaistenie stálej hladiny, prúdový režim sa tak často mení a dochádza k naplavovaniu a zanášaniu koryta.

Staré rameno stráca svoju pôvodnú funkciu ako miesto neresiska rýb. Kolísanie hladín spôsobuje, že nakladené ikry môžu byť vystavené náhlým zmenám, dostávajú sa mimo vodného prostredia a odumierajú.

V neposlednom rade, dotovanie rybníka Amerika III vodou je možné len za priaznivých podmienok, počas vysokých vodných stavov. Absentujúci regulačný objekt má za následok, že vodná hladina v ramene nemôže byť regulovaná a tak je možný odber len za povodňových stavov.



*Obr. č. 2.8.: Stavidlo na vtoku do rybníka Amerika III*



*Obr. č. 2.9.: Rybník Amerika III*

## **2.4. Revitalizácia ramena a návrhnuté úpravy**

Revitalizáciou vodného toku odstraňujeme, resp. zmiernujeme negatívne dôsledky úprav v minulosti, prípadne obnovujeme ekologickú funkciu toku v životnom prostredí. Z hľadiska rozsahu rozdeľujeme revitalizáciu na čiastočnú a úplnú. <sup>[1]</sup>

Čiastočná revitalizácia zahŕňa predovšetkým úpravy v rámci koryta, teda po brehovú hranu. Návrh vegetačného doprovodu, zlepšenie kvality vody, odstránenie migračných bariér, úprava dna a pod patrí medzi základné prvky čiastočnej revitalizácie.

Revitalizácia úplná upravuje riečny ekosystém v celom rozsahu. Ide o oživenie, resp. sprietočnenie odstavených mŕtvych ramien, obnovenie vegetačného doprovodu a zaistenie kvalitnej vody v toku.

Základnými dôvodmi revitalizácie sú nevhodné úpravy v minulosti, nevyhovujúca kvalita vody, ekologické havárie, trvalé zníženie m-denných prietokov, vysoký stupeň ochrany príľahlých pozemkov, premnoženie mikroorganizmov, objekty na toku a nevhodný, resp. neprítomný vegetačný doprovod. <sup>[1]</sup>

V záujmovej lokalite ide o oživenie mŕtveho ramena z hľadiska rybochodnej funkcie a vytvorenie vhodného prostredia pre reprodukciu rýb. Vybraný úsek je pôvodným



prirodzeným korytom rieky Váh, ktoré však bolo zanesené a z jednej strany odrezané od pôvodného toku. Pri revitalizácii je snaha ponechať pôvodný porast a pôvodný tvar koryta v stave blízkej prirodzenému stavu.

Návrh úpravy starého ramena Váhu vychádza z cieľov revitalizácie, ktorou je predovšetkým zaistenie vhodných podmienok pre život rybej populácii a dostatočná kapacita koryta pre odberné účely do rybníka Amerika III.

Predmetom návrhu je prvotné vyčistenie od naplavenín, návrh minimálnej požadovanej hladiny, priečny profil a stabilizácia brehov technický objekt na vtoku, ktorý má zaistiť požadovanú hladinu a v nakonec rekreačné prvky v okolí ramena, vrátane cyklotrasy.

#### **2.4.1. Vyčistenie ramena**

Často sa meniace prietokové pomery majú za následok značné zanášanie ramena od plavenín a nánosov rôznej veľkosti. Nánosy a plaveniny tvoria predovšetkým kmene a konáre drevín.

Rameno je preto nutné pred úpravami vyčistiť. Z južnej časti ramena je možné vytvoriť príjazdovú cestu na pravý breh, ktorá sa napojí na existujúcu nespevnenú cestu, ktorá vedie na ochrannú hrádzu. Príjazdovou cestou sa zároveň neporuší brehový porast, vzhľadom na to, že plochu medzi existujúcou nespevnenou cestou a pravým brehom tvorí riedky a nízky porast s minimálnym počtom stromov.



*Obr. č. 2.10.: Koryto ramena zanesené náplavmi*

V ramene sa pomocou ťažkej techniky odstráni nánosy, priečny profil sa upraví na navrhovaný tvar a vykonajú sa požadované zemné práce. Vodné rastlinstvo a kríkové porasty, ktoré sa nachádzajú v dne ramena budú odstránené aj s koreňovou sústavou.

Popis staveniska a stavebných prác nie je predmetom diplomovej práce a pred realizáciou projektu je odporúčaný podrobný návrh postupu a umiestnenia dočasných skládok materiálu, odvezenie a následné využitie alebo úprava vytŕaženého materiálu.

#### **2.4.2. Minimálna požadovaná hladina**

Pri návrhu minimálnej požadovanej hladiny v ramene vychádzame z dvoch základných požiadaviek revitalizácie. Prvou je dostatočná minimálna hĺbka vody v ramene pre rybiu populáciu, druhou dostatočná kapacita pre odber vody do rybníka Amerika III.

#### **Minimálna požadovaná hladina vychádzajúca z ichtyologického prieskumu**

Na základe ichtyologického prieskumu, ktorý bol vyhotovený v ramene pri Dlhej nad Váhom a v ramene pri prístave v Šali môžeme konštatovať, že ramenné sústavy vykazujú veľmi početné zloženie ichtyofauny. Zaznamenalo sa celkovo 41 druhov rýb zaradených do 10 čeľadí. <sup>[14]</sup> Vzhľadom na podobný charakter ramenných sústav a geografickú blízkosť záujmovej lokality od týchto ramien (ramená sa nachádzajú len 2-3 km od riešeného starého ramena pri Trnovci nad Váhom) budeme predpokladať, že druhové zloženie ichtyofauny v riešenej lokalite je rovnaké.

Staré rameno výrazne neprispieva svojou celkovou vodnou plochou, avšak je významným biotopom pre niektoré druhy rýb ako lieň, pleskáč, červenica, kapor, šťuka, plotica, ostriež atď. <sup>[14]</sup> Revitalizácia ramena tak môže poskytnúť útočisko na prežívanie a reprodukciu rýb.

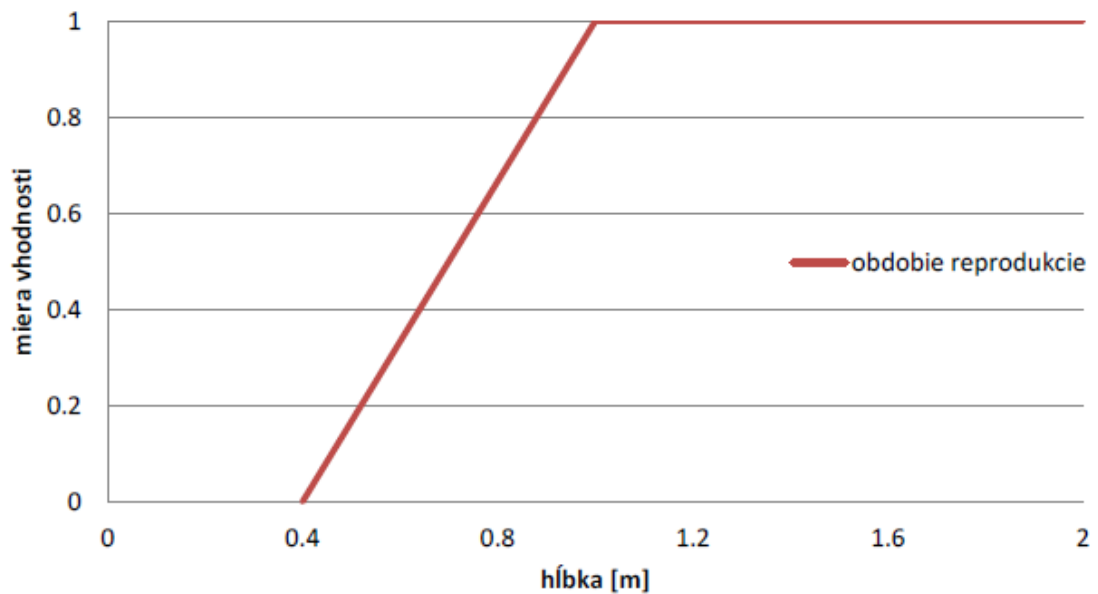
Vhodné abiotické zložky habitatu sa navrhujú na základe vhodnostných kriviek, ktoré sú grafickým znázornením preferencií abiotických faktorov. Medzi posudzované abiotické faktory patrí hĺbka vody, rýchlosť toku a rybie úkryty.

Záujmová lokalita sa nachádza pod VD Kráľová, ktorá spôsobuje meniace sa prietokové pomery premietajúce sa do zmien sklonu čiary energie. V čase, keď elektrárň pracuje a preteká ňou väčší prietok sa hladina v ramene zvyšuje a obojstranne sa naplňa. Naopak, po odstavení elektrárne sa prietok zníži a v ramene hladina klesá. Z štúdie však vyplýva, že aj extrémne denné situácie a z nich vyplývajúca zmena rýchlosti prúdenia negatívne

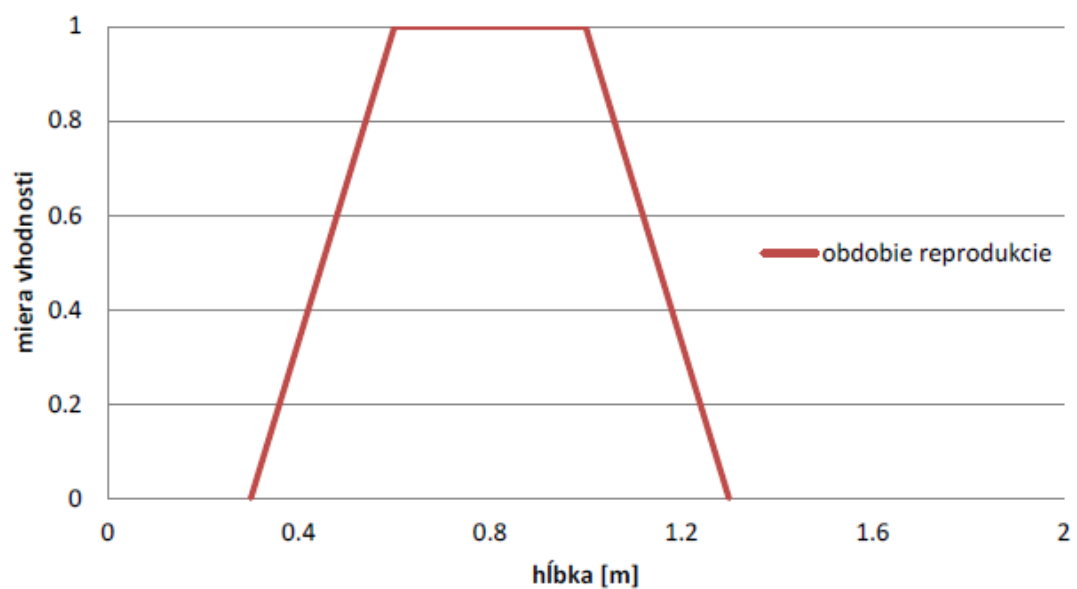


neovplyvňuje rybiu populáciu. <sup>[14]</sup> Preto rozhodujúci faktor pri zhotovení vhodnostných kriviek je hĺbka vody.

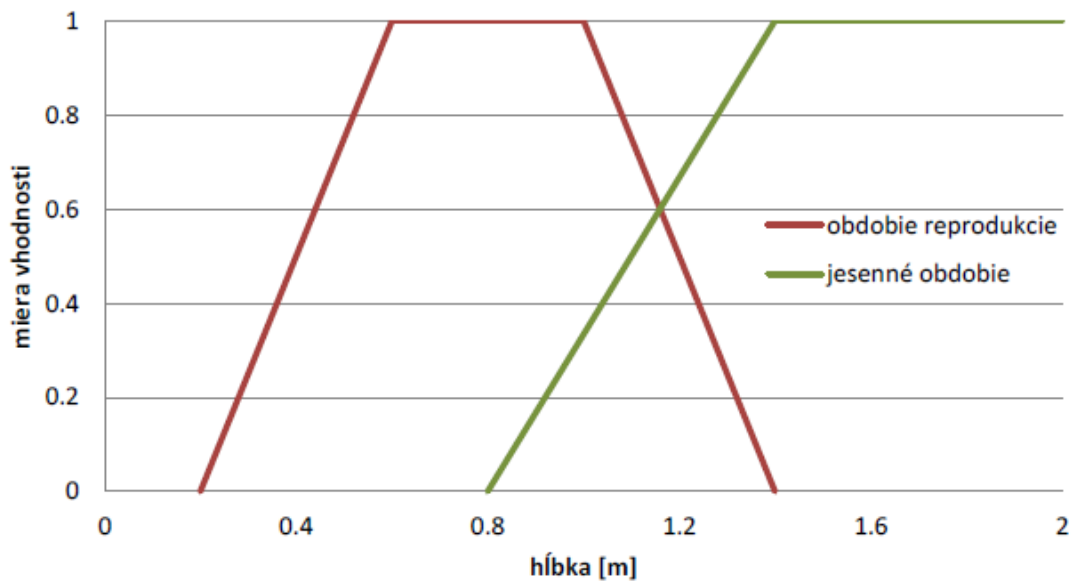
Vyhotovené boli celkovo 3 vhodnostné krivky pre pleskáča, ploticu a červenicu; pre kapra, karasa a lieňa; a pre šťuku severnú.



Obr. č. 2.11.: Vhodnostná krivka pre pleskáča, ploticu a červenicu <sup>[14]</sup>



Obr. č. 2.12.: Vhodnostná krivka pre kapra, karasa a lieňa <sup>[14]</sup>



Obr. č. 2.13.: Vhodnostná krivka pre štuku severnú <sup>[14]</sup>

Z vhodnostných kriviek vyplýva, že jednotná hĺbka 1,5 m v období nízkych vodných stavov je optimálnym riešením pre celú rybiu osádku. <sup>[14]</sup>

Pri návrhu minimálnej požadovanej hladiny v ramene preto vychádzame z tohto údaje. Pričný profil a návrh technického objektu by mal zaistiť, aby sa hladina neznížila pod túto hodnotu aj v najnižších prietokoch.

Z hydrologických podkladov, ktoré obsahujú vodné stavy Váhu v rokoch 2007-2017 vieme určiť dlhodobé minimum, ktoré je 130 cm. Výšková kóta za nulového stavu, resp. stavu keď sa v koryte nenachádza voda je 109,23 m n.m. Z toho vyplýva, že v čase najnižších prietokov dosahuje hladina Váhu výškovú kótu 110,53 m n.m. Ak chceme zaistiť, aby v ramene hĺbka vody neklesla pod hodnotu 1,5 m, dno ramena musí byť na kóte 109,03 m n.m. Pri návrhu priečných profilov ramena budeme vychádzať z tohto údaje.

### Dostatočná výška hladiny pre odberné účely

Hydrologické merania prietokov priamo v ramene nie sú vyhotovené. Preto musíme pri návrhu požadovanej hladiny pre odberné účely do rybníka Amerika III vychádzať predovšetkým z odsledovaných vodných stavov na vodomernej stanici Šala - Váh. Vodomerná stanica poskytuje informácie o vodnom stave v koryte Váhu na riečnom kilometri 58,5. Pri vodnom stave 350 cm je možné dopúšťanie rybníka na požadovanú úroveň. Výšková kóta nulového stavu je 109,23 m n.m. Pri stave 350 cm je teda výšková

kóta hladiny 112,73 m n.m. Pre dostatočnú kapacitu na odber vody teda musíme zaistiť, aby sme vedeli hladinu udržať na kóte 112,73 m n.m.

Riešením tejto situácie je návrh technického objektu na vtoku do ramena, ktorým sa bude regulovať hladina v ramene a ktorým je možné zaistiť stálu hladinu aj v časoch, keď je prietok hlavným tokom Váhu nižší.

Ďalšou možnosťou je vychádzať z dát z elektrárne VD Kráľová. Vo VE Kráľová sú inštalované dve turbíny typu Kaplan o hltnosti  $2 \times 210 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  s inštalovaným výkonom 45,06 MW.

- Maximálna hltnosť turbín:  $Q_{\max} = 420 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- Výšková kóta pri maximálnom prietoku: 112,75 m n.m.
- Biologický prietok (VE Kráľová mimo prevádzky):  $Q_b = 7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- Výšková kóta pri  $Q_b$ : 110,50 m n.m.
- Požadovaný priemerný denný prietok podľa manipulačného poriadku:  $Q = 40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Z nasledujúcich dát je možné odvodiť maximálnu úroveň hladiny v ramene mimo povodňových prietokov, ktorou je 112,75 m n.m. Pri návrhu regulačného objektu a jeho zasadenie do ochrannej hrádze sa preto oprieme o túto hodnotu.

### **Záver pri návrhu výšky hladiny**

Po zohľadnení dostupných podkladov a dát sme došli k dvom záverom. Minimálna hĺbka vody v ramene počas najnižších prietokov, keď je stavidlo otvorené musí dosahovať hodnotu 1,5 m, z čoho vychádza návrhová kóta dna ramena 109,03 m n.m. Druhou podmienkou je možnosť dopúšťania rybníka Amerika III, ktoré je možné, keď je vodný stav Váhu ustálený na výškovej kóte 112,73 m n.m. Návrh stavidla s prelivnou hranou na výškovej kóte 112,75 m n.m. nám umožní zaistiť hladinu v tejto výške uzatvorením stavidla.

#### **2.4.3. Pričný profil a vegetačný doprovod**

Ako bolo spomenuté v úvode kapitoly 2.4., tvar priečného profilu, brehový porast a celkové pomery v ramene sú stavom blízkym prirodzenému. Rameno je pôvodným korytom rieky Váh bez zásadných antropogénnych zásahov. Cieľom revitalizácie je priblížiť sa prirodzenému stavu čo možno v najväčšej miere. Preto si tvar priečného

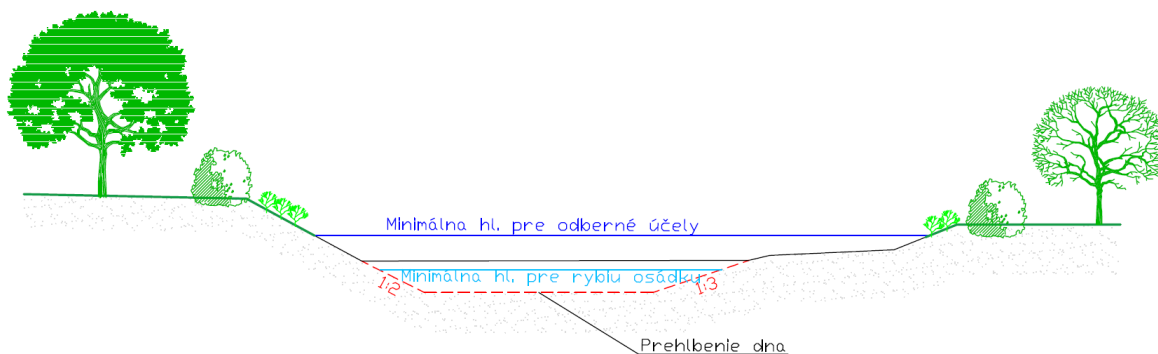
profilu a brehový porast nevyžadujú výrazné úpravy, naopak bude snaha čo najmenej porušiť pôvodný stav.

Jedným z cieľov je však zaistiť dostatočnú hĺbku vody a preto je nutné dno ramena vyhlbiť na požadovanú výškovú kótu 109,03 m n.m., viz. podkapitolu 2.4.2. Ďalším výraznejším zásahom bude odtáženie nánosov, ktoré je popísané v podkapitole 2.4.1. V poslednom rade, v budúcnosti sa zvažuje návrh cyklotrasy a iných rekreačných prvkov, čo si bude vyžadovať násyp, prípadne iné úpravy za brehovou čiarou.

### Tvar priečného profilu

Dno ramena sa teda prehĺbi na výškový kótu 109,03 m n.m., na existujúce svahy sa nadviaže svahmi upravenými, ktoré budú mať sklon 1:1,5, 1:2 alebo 1:3 podľa toho, aby sa čo najviac blížili sklonu pôvodných svahov. Tvar priečného sklonu je vidno na obr. č. 2.13.

Vzhľadom na to, že riešený úsek toku je slepým ramenom a rýchlosti v toku dosahujú maximálne hodnoty okolo  $0,1 \text{ m.s}^{-1}$ , návrh prípadnej technickej ani biotechnickej stabilizácie nie je nutný. Naopak, stabilizáciou by sa porušila prirodzenosť ramena. Svahy však budú spevnené biologickou stabilizáciou.



Obr. č. 2.14.: Tvar priečného profilu

### Návrh biologickej stabilizácie svahov

Biologická stabilizácia brehov je spôsob stabilizácie, keď sa ponecháva priestor pre prirodzenú zmenu a tvorbu riečneho koryta, miestne brehové poškodenia, či náplavy sú vítané, keďže je to istým prejavom života v toku.

Základom stabilizácie je trávny pokryv brehového svahu, ktorý spevňuje svah a obmedzuje vznik erózie a rozvoj erózie. Pri výbere trávnej zmesi vychádzame z nasledujúcich doporučení: <sup>[1]</sup>

- Trávna zmes by mala mať rýchlu produkciu nadzemnej hmoty avšak produkcia by trvale nemala prekročiť 180 g/m<sup>2</sup>
- Dostatočná odolnosť voči chorobám a škodcom, klimatickým výkyvom, zatopeniu a prúdiacim vodám v koryte
- Schopnosť vytvoriť hustý koreňový systém v podpovrchovej zóne

### **Spôsoby založenia trávneho porastu**

#### **Výsev**

Pri výseve je prvoradé uložiť vrstvu humusu na brehový svah, následne vysiať semená ručne alebo použitím mechanizmov a nakoniec sa semená do pôdy zatlačia. Vhodným obdobím na výsev je apríl až máj, v prvom mesiaci sa vysiaty svah zalieva a prihnojí, po 2 až 3 mesiacoch od výsevu odburinuje a ochranná funkcia porastu začína pôsobiť.

#### **Drnovanie**

Drnovanie je spôsob zatrávnenia, ktorý je veľmi rýchly a účinný. Z miest s rovnakou trávnu skladbou, ktoré sa väčšinou nachádza v tesnej blízkosti, odoberáme drny trávy pomocou špeciálnych nožov v pásoch šírky 40-50 cm, ktoré sa následne oddelia od podložia a rozdelia na štvorce o strane 40-50 cm a uložia priamo na stabilizovaný svah.

#### **Hydroosev**

Ide o spôsob zatrávnenia, ktorý sa využíva najmä na ťažšie prístupných miestach. Pomocou hydraulického tlaku sa na svah rozstrekuje zmes semien, vody, hnojiva, organickej hmoty a protieróznych prísad.

#### **Iné spôsoby**

Patrí sem ukladanie trávnych kobercov a kokosových a jutových sietí.

#### **Návrh druhovej skladby**

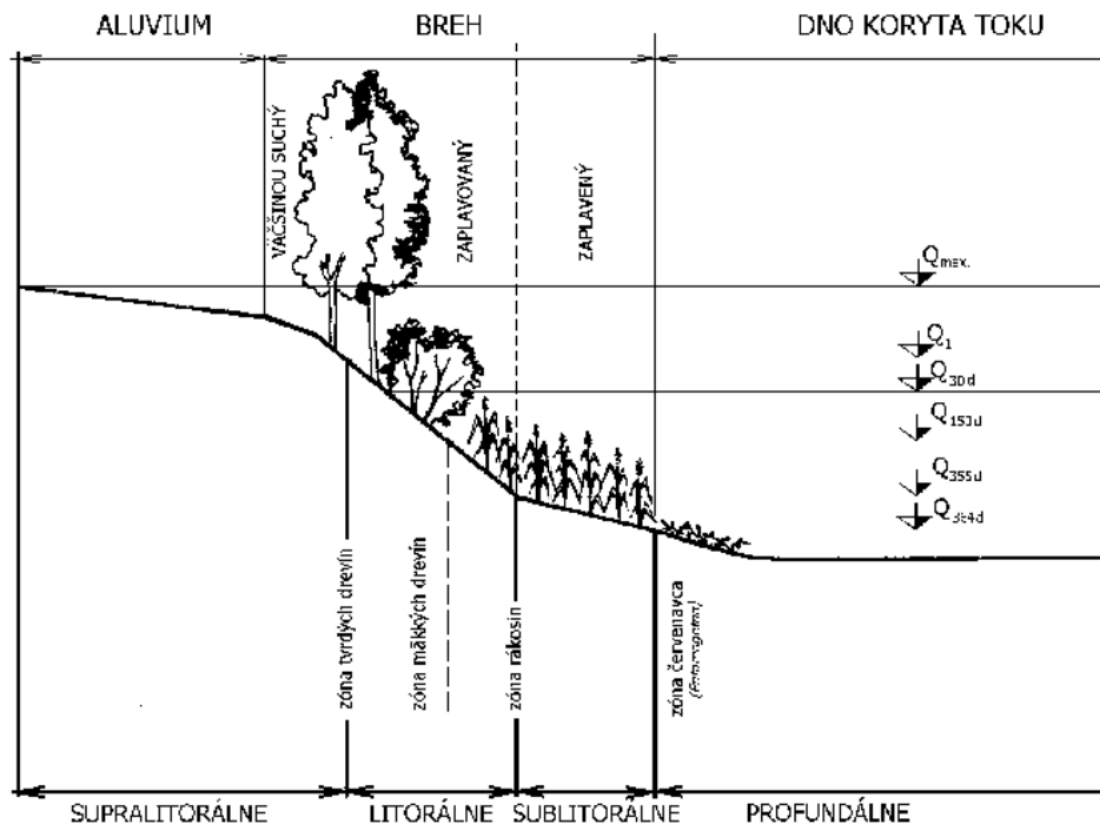
Pre návrh druhovej skladby trávneho porastu najprv treba definovať brehovú zónu:

Profundálne pásmo – takmer celoročne zaplavované vodou, ohraničené dnom koryta až výškou hladiny pri Q<sub>364d</sub>

Subitorálne pásmo – zóna bažinatých rastlín a rákosín, ohraničené  $Q_{364d} - Q_{355d}$

Litorálne pásmo – zóna mäkkých drevín, bylín a tráv, ohraničené  $Q_{355d} - Q_1$

Supralitorálne pásmo – zóna tvrdých drevín a trávny porast lúčneho charakteru, nad  $Q_1$



Obr. č. 2.15.: Rozdelenie brehových zón

### Návrh trávnej zmesi

Ako bolo spomenuté, snahou revitalizácie je zanechať čo najviac pôvodnej druhovej skladby drevín a trávnych porastov. Pri hĺbení koryta, odstránení naplavenín prípadne pri budovaní okolia ramena však môže dôjsť k porušeniu existujúcich porastov a lokálne bude nutný výsev, resp. dosadba, najmä v litorálnom a supralitorálnom pásme.

Možné spôsoby výsevu sú v tejto kapitole popísané. Čo sa týka druhovej skladby trávnej zmesi, pre litorálne pásmo sa ponúka zloženie trávnej zmesi napríklad:

Tab. č. 2.1.: Druhovú skladbu trávnej zmesi pre litorálne pásmo <sup>[1]</sup>

Druh	kg/ha	Zastúpenie v %
<i>Poa pratensis L.</i>	31	25
<i>Poa Palustris L.</i>	19	10
<i>Phalaris arundinacea</i>	5	2
<i>Phalaris arundinacea</i>	50	55
<i>Alopecurus pratensis</i>	17	8

Pre supralitorálne pásmo:

Tab. č. 2.2.: Druhovú skladbu trávnej zmesi pre supralitorálne pásmo <sup>[1]</sup>

Druh	kg/ha	Zastúpenie v %
<i>Trifolium repens</i>	15	11
<i>Poa Palustris L.</i>	12	9
<i>Festuca rubra</i>	20	15
<i>Phleum pratense</i>	10	7
<i>Phalaris arundinacea</i>	5	4
<i>Poa pratensis L.</i>	25	18
<i>Agrostis stolonifera</i>	6	5
<i>Festuca pratensis</i>	30	20
<i>Lolium perenne L.</i>	15	11

### Návrh dosadby drevín

Pri drevinách sa snažíme rovnako ako pri trávnych porastoch ponechať pôvodný stav v čo najväčšej miere. V prípade nutnosti dosadby v miestach, kde bude porast poškodený alebo chýbajúci sa odporúčajú dreviny, ktoré sa v lokalite vyskytujú, napr. <sup>[15]</sup>:

- Baza čierna (*Sambucus nigra*)
- Trnka obyčajná (*Prunus spinosa*)
- Jaseň červený (*Fraxinus pennsylvanica*)
- Vŕba biela (*Salix alba*)
- Vŕba popolavá (*Salix cinerea*)
- Dub letný (*Quercus rubra*)

#### 2.4.4. Návrh technického objektu na vtoku

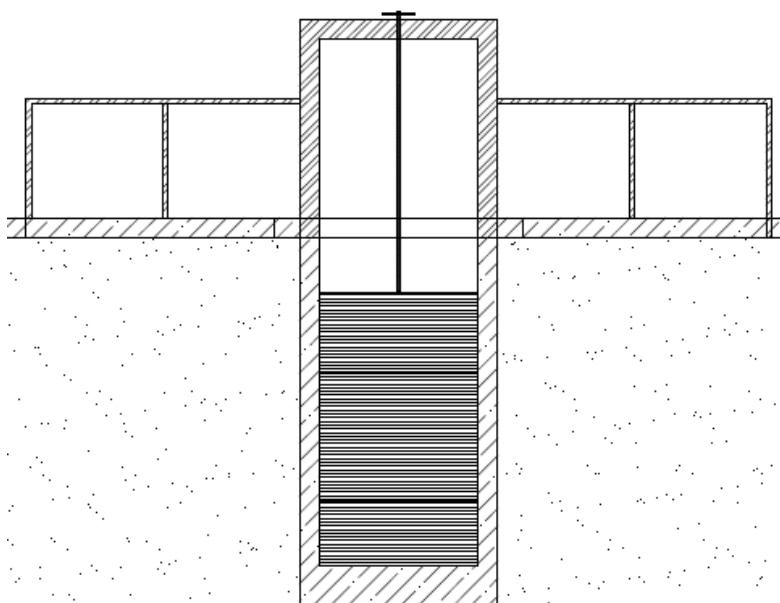
Na zaistenie stálej hladiny v ramene je nutné navrhnuť regulačný objekt. V súčasnosti tvorí vtok do koryta priepust o priemere DN 1200mm. Keďže meniace sa prietokové režimy v ramene spôsobujú častý chod plavenín a nánosov, priepust je nevhodné riešenie vtoku.

Navrhnutým technickým objektom je jednoduché stavidlo zasadené do železobetónového žľabu obdĺžnikového prierezu o priemere 1,6 m. Zväčší sa tým prietokné množstvo a otvorený vpust tiež pozitívne ovplyvní rybochodnú funkciu.

Vychádzajúc z kapitoly 2.4.2. Minimálna požadovaná hladina, horná hrana stavidla musí byť na výškovej kóte 112,75 m n.m. Táto kóta zodpovedá aj maximálnym stavom na toku nepočítajúc povodňové prietoky. Za bežných prietokov bude stavidlo otvorené, aby bolo umožnené rybám voľný priechod medzi ramenom a hlavným tokom Váhu. V prípade, že bude nutné dopúšťať rybník Amerika III, rameno sa dopustí, stavidlo uzavrie a hladina sa ustáli na úrovni 112,75 m n.m., čo vyhovuje požadovanej úrovni hladiny, ktorá je 112,73 m n.m. V prípade vyšších prietokov bude stavidlo otvorené.

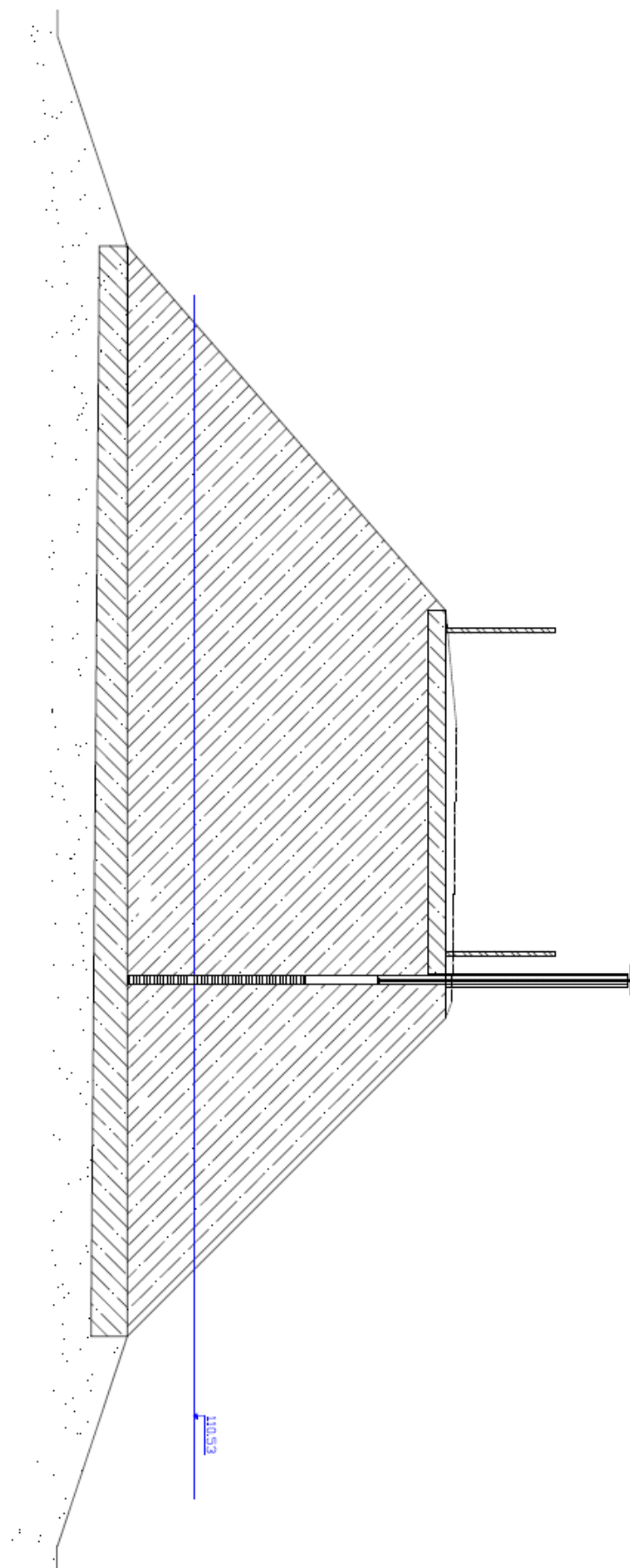
Žľab je tvorený železobetónom o hrúbke stien 0,2 m, hrúbka dnovej dosky je 0,4m. Kóta dna žľabu vychádza z návrhu priečneho profilu a má hodnotu 110,00 m n.m. Výška stavidla je 2,75 m a je tvorená drevenými doskami, ktoré sú zasadené v U-profile. Na dosky je napojený ručný pohon tvorený závitovou tyčou a otočného kolesa. Regulácia stavidla je tak možná manuálne a vzhľadom na horší prístup techniky je vhodným riešením.

Stavidlo bude zasadené do pôvodnej hrádzky zo zhutneného násypu. Žľab bude zhora prekrytý 5 betónovými panelmi o rozmeroch 4x2,5 m. Výšková kóta koruny hrádze je 113,50 m n.m a poskytuje tak istú rezervu pri vyšších prietokoch.



Obr. č. 2.16.: Stavidlo





Obr. č. 2.17.: Rez ochrannou hrádzou so stavidlom

#### 2.4.5. Rekreačné prvky

Revitalizáciou ramena sa vytvorí možnosť rekreačného využitia, či už prostredníctvom rybolovu, vodných športov alebo pešou či cyklistickou turistikou. V blízkosti sa nachádzajú dva rybárske revíry: Rybník Amerika III, revír 2-2400-1-1 lovný-kaprový s rozlohou 3,2 ha a revír pri Rieke Váh 2-4370-1-1, lovný-kaprový, s rozlohou 300 ha. <sup>[11]</sup>

Podrobný návrh rekreačného využitia nie je predmetom diplomovej práce, v tejto podkapitole však budú zhrnuté 3 základné prvky, ktoré je možné osadiť v blízkosti ramena, aby sa zvýšil turistický potenciál lokality.

#### Cyklotrasa

Na korune ochrannej hrádze, ktorá rozdeľuje rybník Amerika III a riešené rameno vedie cyklotrasa z mesta Šaľa. Vybudovaním cyklotrasy v blízkosti ramena a napojením na existujúcu trasu by sa výrazne zľahčil prístup k ramenu a stalo by sa tak vyhľadávanou destináciou pre miestnych turistov.

Južný breh ramena sa ponúka ako miesto pre umiestnenie násypu na obojsmernú cyklotrasu o šírke 2,5 m. Vzhľadom na to, že rameno sa nachádza v inundačnom území rieky Váh, cyklotrasa by musela byť vybudovaná a spevnená z prírodných materiálov, napr. z drveného kameniva.



Obr. č. 2.18.: Ilustrácia prípadnej cyklotrasy vedenej pozdĺž ramena <sup>[18]</sup>

### **Informačno-náučné tabule**

Zájumová lokality disponuje druhovo pestrým zložením fauny aj flóry. Územie je porastené drevinami typickými pre lužné lesy: vrbami, topoľmi, agátmi, bazou, trnkou atď. Z fauny je to veľmi pestré zastúpenie rybej populácie, priľahlé lesy tiež slúžia ako útočisko pre srnčiu a diviačiu zver- Bohato je tu zastúpené aj vodné vtáctvo. Informačno-náučné tabule osadené pozdĺž cyklo-pešieho chodníka zatriktívnia lokalitu a mali by informačno-edukačný význam.

### **Oddychové zóny**

Oddychové zóny by pozostávali z odnímateľného dreveného posedenia s kontrolovaným ohniskom, ktoré by vytvorili priestor pre táborenie, opekanie a relax.

### 3. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

Súčasťou hydrotechnických výpočtov je návrh hrúbky dosky stavidla, výpočet kubatúr odťazených zemín pri prehĺbovaní dna ramena, určenie čiary zatopených plôch a čiary zatopených objemov a doba vyprázdnenia ramena pri otvorení stavidla.

#### 3.4. Hrúbka dosky stavidla

Pri návrhu hrúbky dosky stavidla vychádzame z vodného tlaku, ktorý pôsobí na jej najnižšiu časť.

Vodný tlak vypočítame pomocou vzťahu (3.1)

$$q = p.h = \rho.g.h = \rho.g.(h_p + s) \quad (3.1)$$

kde:

q ... zaťaženie [Pa.m<sup>-2</sup>]

ρ ... objemová hmotnosť vody [kg.m<sup>-3</sup>]

h<sub>p</sub> ... prepadová výška pri uzavretom stavidle [m]

s ... výška stavidla [m]

Keďže prietokové pomery priamo v ramene nie sú známe, určenie prepadovej výšky h<sub>p</sub> nie je možné. V prípade situácie, keď by voda pretekala cez prepadovú hranu stavidla je však možné stavidlo zdvihnúť, aby nehrozilo jeho pretrhnutie príliš veľkým zaťažením. Preto pri návrhu hrúbky dosky stavidla počítame s prepadovou výškou 0 m.

Zo vzťahu (3.1) vychádza zaťaženie q = 26,97kN. Zaťaženie následne vložíme do vzťahu pre výpočet maximálneho ohybového momentu M<sub>max</sub>.

$$M_{max} = \frac{l}{8}.q.b^2 \quad (3.2)$$

kde:

q ... zaťaženie [Pa.m<sup>-2</sup>;N]

b ... šírka stavidla [m]

Maximálny moment vyjde 8,6 kN.m<sup>-1</sup>. Moment následne dosadíme do vzťahu pre výpočet hrúbky dosky (3.3)

$$t = \sqrt{\frac{6M_{max}}{8\sigma_{dov}}} = \sqrt{\frac{3.q.b^2}{4.\sigma_{dov}}} \quad (3.3)$$

kde:

q ... zaťaženie [Pa.m<sup>-2</sup>;N]

b ... šírka stavidla [m]

σ<sub>dov</sub> ... dovoľené namáhanie dreva pod vodou [Pa]

Doska stavidla bude zo smrekového dreva, ktorého hodnota dovoľeného namáhania pod vodou je 7,5 MPa. Postup výpočtu je uvedený v tabuľkách 3.1, 3.2 a 3.3.

Tab. č. 3.1.: Výpočet zaťaženia vodným tlakom

ρ	1000	kg/m <sup>3</sup>
g	9.81	m.s <sup>-2</sup>
h <sub>p</sub>	0	m
s	2.75	m
<b>q</b>	<b>26977.5</b>	<b>N</b>

Tab. č. 3.2.: Výpočet maximálneho ohybového momentu

b	1.6	m
q	26977.5	N
<b>M<sub>max</sub></b>	<b>8632.8</b>	<b>N.m<sup>-1</sup></b>

Tab. č. 3.3.: Výpočet hrúbky dosky stavidla

σ <sub>dov</sub>	7500000	Pa
M <sub>max</sub>	8632.8	N.m <sup>-1</sup>
<b>t</b>	<b>0.083</b>	<b>m</b>
<b>t</b>	<b>8.31</b>	<b>cm</b>

Hrúbka dosky zo vzťahu (3.3) vychádza 8,31 cm. Navrhovaná hrúbka dosky je 10 cm. Doska bude tvorená smrekovým drevom.

### 3.5. Výpočet kubatúr

Hlavnou úpravou mŕtveho ramena je prehĺbenie dna na požadovanú výškovú kótu, aby bola zaistená dostatočná hĺbka vody. Pri prehĺbovaní vzniká veľké množstvo zeminy, ktoré je nutné odvieŕť alebo použiť priamo na mieste na ďalšie potencionálne úpravy. Preto je nutné vypočítať kubatúry vzniknuté prehĺbovaním.

Pri výpočte kubatúr bolo rameno rozdelené na 6 častí. Prvých 5 častí vymedzujú rezy 1 – 5, ktoré sú zaznačené v prílohe 3. Pomocou projekčného softvéru Autocad boli odmerané plochy v priečnych rezoch, ktoré majú byť prehĺbené a následne vynásobené dĺžkou, po ktorej má priečny rez nemenný tvar, z čoho vyšli celkové objemy zeminy, ktorá má byť odťažená. Kubatúry sú znázornené v tabuľke 3.4.

Tab. č. 3.4.: Kubatúry v prvých 5 častiach

Časť výkopu		REZ 1	REZ 2	REZ 3	REZ 4	REZ 5	Suma
Plocha	[m <sup>2</sup> ]	31.90	37.21	43.04	49.62	53.03	-
Dĺžka	[m]	57.43	61.08	55.36	87.29	91.40	-
Objem	[m <sup>3</sup> ]	1832.25	2272.45	2382.47	4331.29	4847.16	<b>15665.63</b>

Posledná časť ramena, v ktorej sa priečny profil ramena značne mení boli kubatúry vypočítané pomocou pôdorysnej plochy odmeranej v softvéri Autocad vynásobené priemernou výškou. Výpočet je znázornený v tabuľke 3.5.

Tab. č. 3.5.: Kubatúry v časti za rezom 5

Časť výkopu		za REZ 5			Suma
		časť 1	časť 2	časť 3	
Plocha	[m <sup>2</sup> ]	778.42	166.79	150.93	-
Výška	[m]	1.50	1.01	1.18	-
Objem	[m <sup>3</sup> ]	1167.63	168.46	178.10	<b>1514.18</b>

Po spočítaní kubatúr vo všetkých častiach vyjde celkový objem zeminy, ktorá bude odťažená 17180 m<sup>3</sup>.

### 3.6. Čiary zatopených plôch a objemov

Staré rameno je pôvodným korytom, cez ktoré tiekol hlavný tok Váhu pred úpravami v 19. storočí. Dnes je rameno slepé, na konci ramena je vtokový kanál, ktorý zaistúje vedenie vody do rybníka Amerika III. Vtok do rybníka je však väčšinu času uzavretý.

Rameno je zároveň prepojené s hlavným tokom, zatiaľ čo prítok závisí od vodného stavu v hlavnom toku. Vybudovaním stavidla, ktoré bude regulovať hladinu v ramene sa vytvorí určitá uzavretá plocha, ktorá sa dá chápať ako nádrž v údolí.

Morfológiu údolia, v ktorom má byť nádrže nie je možné všeobecne analyticky vyjadriť, vzhľadom na nepravidelnosť terénu. Jedným z podkladov, ktoré popisujú morfológiu nádrže sú batygrafické čiary, tj. čiary zatopených plôch a objemov. Čiara zatopených plôch udáva závislosť medzi nadmorskou výškou a príslušnou plochou hladiny, čiara zatopených objemov zas závislosť medzi nadmorskou výškou a zatopeným objemom. <sup>[16]</sup>

V záujmovej lokalite je k dispozícii geodetické zameranie terénu. Keď zoberieme v úvahu navrhnuté úpravy dna a zasadenie stavidla do hrádzky pri vtoku, sú k dispozícii všetky potrebné údaje na zostrojenie batygrafických čiar. Zatopené plochy sú znázornené na obr. 3.1.

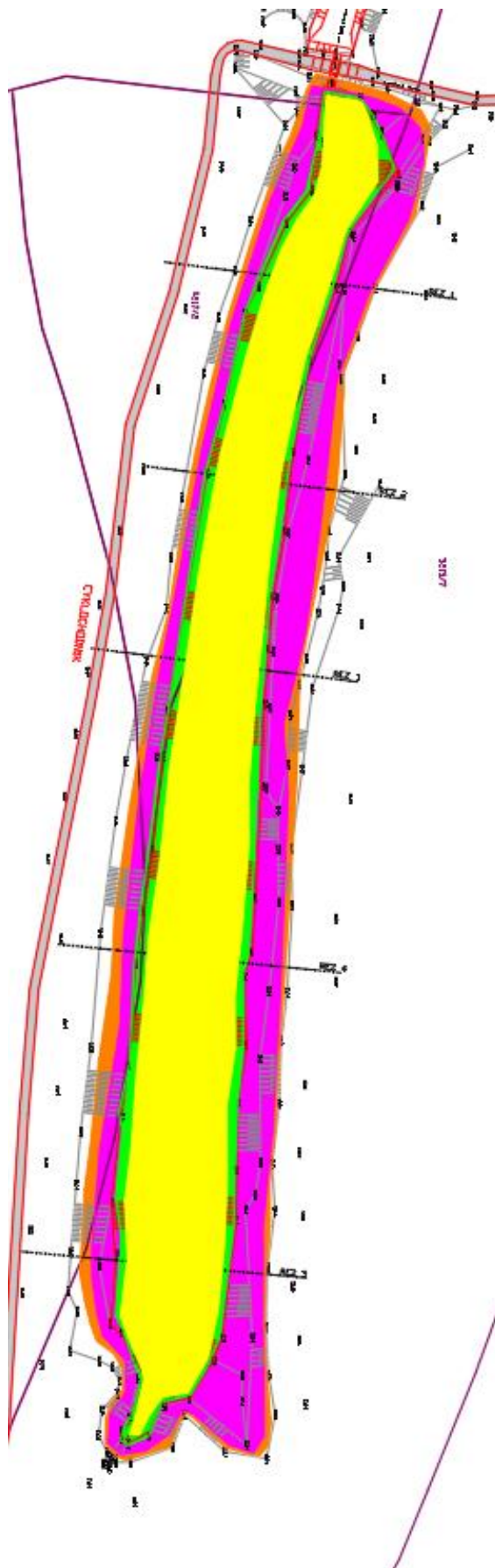
Pomocou softvéru Autocad je možné vyčíslieť zatopené plochy. Zo zatopených plôch je potom možné určiť zatopené objemy a zostrojiť tak batygrafické čiary. Zatopené plochy a vypočítané zatopené objemy boli určené pre nadmorské výšky 109,03, 110, 111, 112 a maximálnu hladinu 112,75 a sú v tabuľke 3.6.

Tab. č. 3.6.: Zatopené plochy a objemy

Výška	Nadm. výška	Plocha	Objem
h[m]	H[m n.m.]	P [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]
0	109.03	0	0
0.97	110.00	8094.8	3926.0
1.97	111.00	12354.2	14150.5
2.97	112.00	15869.7	28262.4
3.72	112.75	18678.0	41217.8

Na základe hodnôt v tabuľke 3.6. je možné vykresliť čiary zatopených plôch a objemov, ktoré sú v grafe č. 3.1.

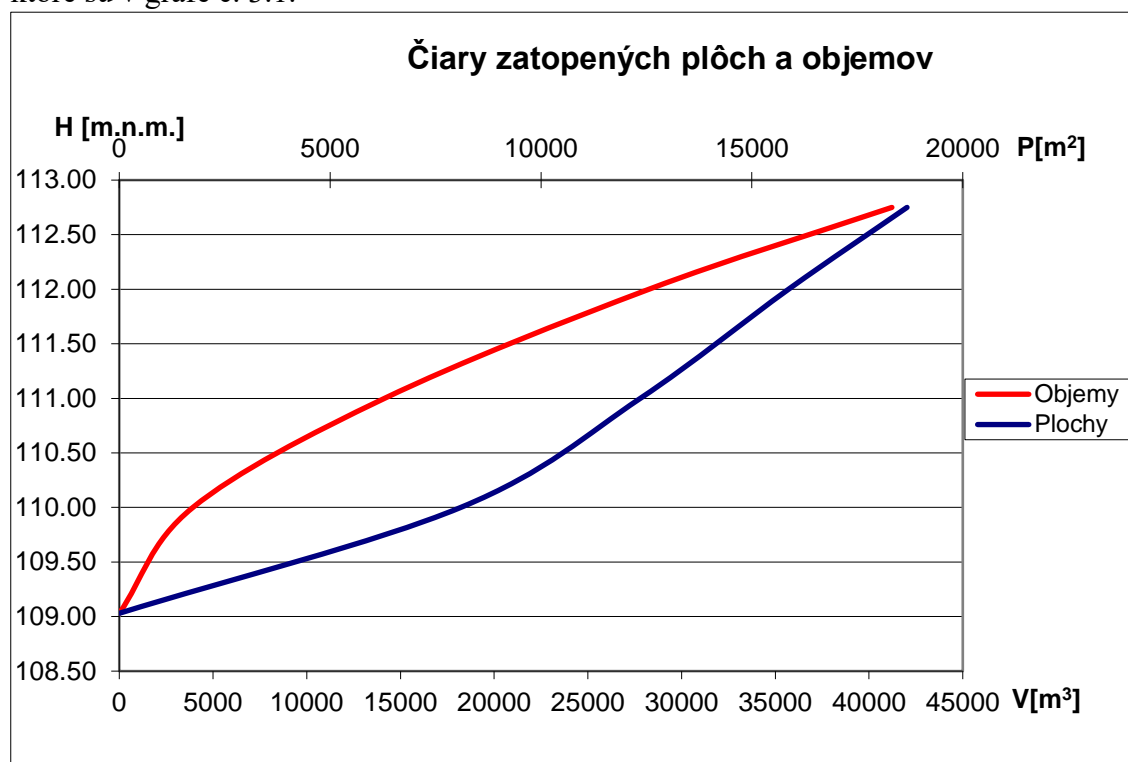
Na základe batygrafických kriviek vieme určiť zatopenú plochu a hlavne objem vody, ktorý sa nachádza v ramene pri danej nadmorskej výške. Táto hodnota je dôležitá pri výpočte doby vyprázdnenia po otvorení stavidla. Pri plne zatopenom ramene, keď hladina zodpovedá výškovej kóte 112,75, čo je výška hladiny, pri ktorom sa môže dopúšťať rybník je zatopený objem 41218 m<sup>3</sup>.



Obr. č. 3.1.: Znážornenie zatopených plôch v softvéri Autocad



Na základe hodnôt v tabuľke 3.6. je možné vykresliť čiary zatopených plôch a objemov, ktoré sú v grafe č. 3.1.



Graf č. 3.1. Čiary zatopených plôch a objemov

### 3.7. Doba vyprázdnenia po otvorení stavidla

V prípade situácie, keď je potrebné znížiť hladinu alebo vypustiť rameno bude otvorené stavidlo a voda bude voľne prúdiť smerom k hlavnému toku Váhu v dôsledku rozdielu hladín pred stavidlom a za stavidlom. V takomto prípade je zaujímavá informácia o dobe vyprázdnenia, resp. zníženia hladiny v ramene. Na výpočet doby vyprázdnenia si musíme problém hydraulicky zadefinovať.

Po otvorení stavidla voda prúdi cez obdĺžnikový kanál smerom von. Problém sa dá riešiť ako čiastočne zatopený výtok veľkým otvorom. Výtokové množstvo určíme ako súčet výtoku do voľna (3.4) a výtoku zatopeným otvorom (3.5),  $Q = Q_1 + Q_2$ .<sup>[17]</sup>

$$Q_1 = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \left[ \left( H + \frac{\alpha v_0^2}{2g} \right)^{3/2} - \left( h_2 + \frac{\alpha v_0^2}{2g} \right)^{3/2} \right] \quad (3.4),$$

$$Q_2 = \mu_p b t \sqrt{2g \left( H + \frac{\alpha v_0^2}{2g} \right)} \quad (3.5),$$

kde:

b ... šírka obdĺžnikového otvoru [m]

H ... spád hladín [m]

h<sub>2</sub> ... poloha hornej hrany otvoru pod hladinou [m]

t ... výška zatopenia otvoru [m]

μ ... súčiniteľ výtoku otvorom [-]

α ... Coriolisovo číslo [m<sup>0,5</sup>.s<sup>-1</sup>]

v<sub>0</sub> ... rýchlosť prúdenia pred otvorom [m.s<sup>-1</sup>]

g ... tiažové zrýchlenie [m.s<sup>-2</sup>]

V prípade stavidla v záujmovej lokalite uvažujeme s hornou hladinou na výškovej kóte 112,75 m n.m., čo je maximálna hladina v ramene bez toho, aby voda prepadala cez zatvorené stavidlo a dolnou hladinou vo výške 110,53 m n.m., čo zodpovedá minimálnym prietokovým pomerom v hlavnom toku Váhu. Výška zatopenia otvoru je vzdialenosť medzi dnom obdĺžnikového kanálu a dolnou hladinou, poloha hornej hrany otvoru pod hladinou je vzdialenosť medzi hornou hladinou a spodnou hranou otvoreného stavidla a spád je rozdiel medzi hornou a dolnou hladinou. Hodnotu Coriolisovho čísla uvažujeme α = 1,0 m<sup>0,5</sup>.s<sup>-1</sup>, tiažové zrýchlenie g = 9,81 m.s<sup>-2</sup>.

Súčiniteľ výtoku otvorom μ určíme pomocou obr. 3.2. prebratej zo študijnej opory Hydraulika <sup>[17]</sup>. Ide o otvor pri dne s plynulým usmernením prúdu a hodnota súčiniteľa je μ = 0,8. Schéma výtoku stavidlom je znázornená na obr. 3.3.

Pri výpočte je nutné postupovať iteráciou vzhľadom na to, že nie je známa prítoková rýchlosť v<sub>0</sub>. Iteračný postup spočíva v postupnom sa približovaní k hodnote výtokového množstva, až do chyby o veľkosti |Q<sub>i+1</sub> - Q<sub>i</sub>| < 0.01 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

	tvar otvoru	$\mu$
1.	malé otvory s dokonalým zúžením ( $\varphi = 0,97$ , $\varepsilon = 0,64$ )	0,62
2.	malé otvory s nedokonalým všestranným zúžením (plocha otvoru je menší než 1/10 plochy stěny v níž je otvor umístěn):	
	- malé kruhové otvory těsně u stěn - malé čtvercové otvory se zúžením ze 3 stran	0,63 0,64
3.	malé obdélníkové otvory s poměrem stran 1:2 s částečným zúžením:	
	- zúžení z jedné, a to delší strany - zúžení z jedné, a to kratší strany	0,64 0,65
4.	otvory středních rozměrů s všestranným zúžením	0,65
5.	velké otvory s všestranným zúžením	0,70
6.	otvory u dna (výtok pod stavidlem) s podstatným bočním zúžením	0,70
7.	otvory u dna s průměrným bočním zúžením	0,75
8.	otvory u dna s plynulým usměrněním proudu	0,80

Obr. č. 3.2.: Súčinitele výtoku otvorom <sup>[17]</sup>

Vstupné dáta, teda šírka obdĺžnikového kanálu, výška hornej a dolnej hladiny, spád hladín, výška zatopenia otvoru, súčiniteľ výtoku otvorom a coriolisovo číslo sú zhrnuté v tabuľke č. 3.7.

Tab. č. 3.7.: Vstupné dáta

<b>b</b>	1.6	m
<b>h<sub>2</sub></b>	0.75	m
<b>h<sub>1</sub></b>	2.75	m
<b>H</b>	2.22	m
<b>t</b>	0.53	m
<b>μ</b>	0.8	-
<b>α</b>	1	m <sup>0,5</sup> .s <sup>-1</sup>

V prvom kroku si určíme prítokovú rýchlosť  $v_{01} = 0 \text{ m.s}^{-1}$  a pomocou vzťahov (3.4) a (3.5) vypočítame výtokové množstvo  $Q$  ako súčet  $Q_1$  a  $Q_2$ . Vypočítané hodnoty sú v tabuľke č. 3.8.

Tab. č. 3.8.: Výtokové množstvo po prvej iterácii.

$Q_1^{(1)}$	10.05	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>
$Q_2^{(1)}$	4.48	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>
$Q$	14.52	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>

Následne dosadíme vypočítané výtokové množstvo do vzťahu (3.6) pre výpočet prítokovej rýchlosti.

$$v_{02} = \frac{Q}{b h_1} \quad (3.6)$$

S vypočítanou rýchlosťou  $v_{02} = 3,30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  pokračujeme v iterácii až do požadovanej odchýlky. Výpočty sú v tabuľke č. 3.9.

Tab. č. 3.9.: Výpočet výtokového množstva

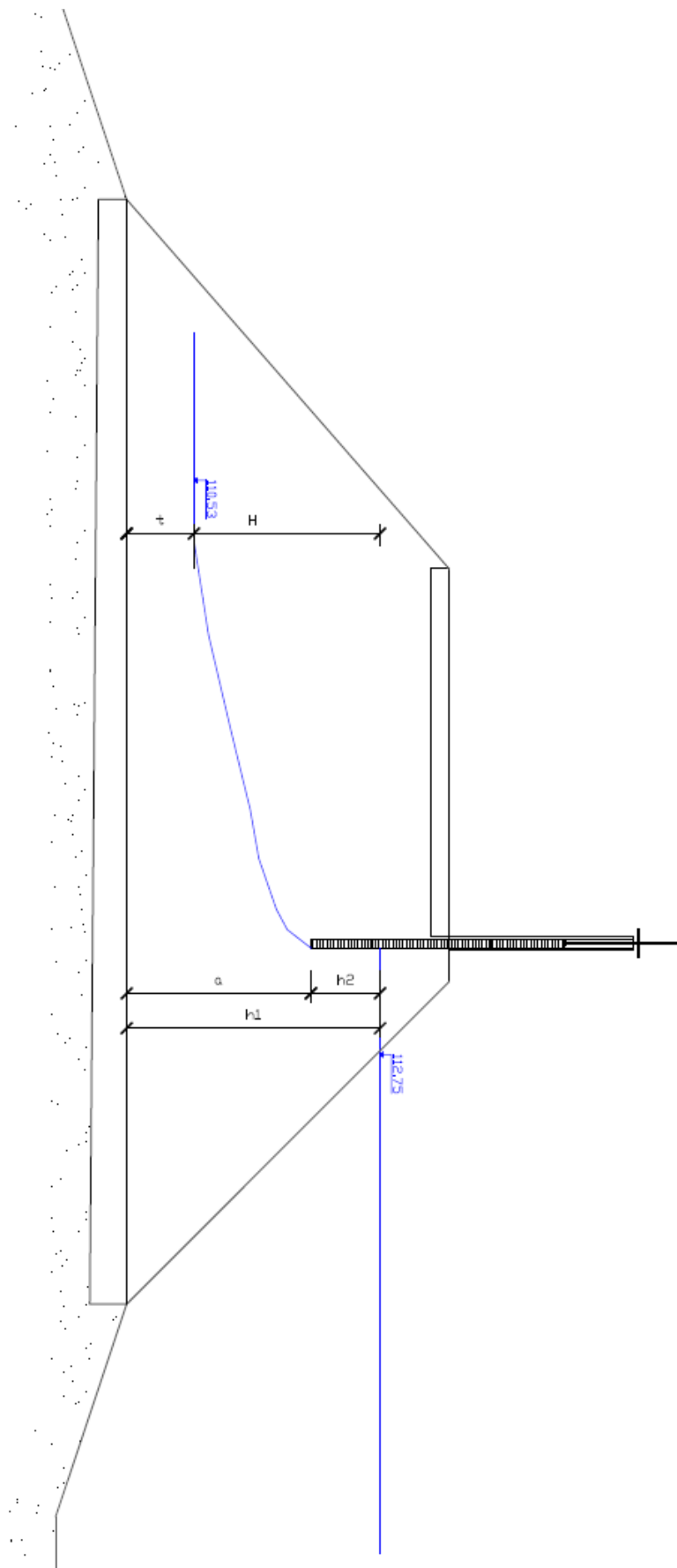
Iterácia č.	$v_0$ [m·s <sup>-1</sup> ]	$Q_1$ [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	$Q_2$ [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	$Q$ [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	Chyba [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]
1	0	10.05	4.48	14.52	-
2	3.30	11.84	5.01	16.85	2.32
3	3.83	12.39	5.18	17.57	0.73
4	3.99	12.58	5.23	17.81	0.24
5	4.05	12.64	5.25	17.89	0.08
6	4.07	12.66	5.26	17.92	0.03
7	4.07	12.67	5.26	17.93	0.01
<b>8</b>	<b>4.08</b>	<b>12.67</b>	<b>5.26</b>	<b>17.93</b>	<b>0.00</b>

Po 8. iterácii vychádza výtokové množstvo  $Q = 17,93 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Na základe výtokového množstva je možné určiť dobu vyprázdnenia ramena. Z Čiary zatopených objemov môžeme odčítať hodnotu objemu vody, ktorý sa nachádza v ramene a vydelením hodnotou výtokového množstva dostaneme dobu vyprázdnenia. Doby vyprázdnenia pre vybrané stavy hladín sú v tabuľke č. 3.10.

Tab. č. 3.10. Doba vyprázdnenia ramena

Nadm. výška	Objem	Doba vyprázdnenia	
H[m n.m.]	V [m <sup>3</sup> ]	[hod]	[min]
111	14150.48	0.22	13
112	28262.4	0.44	26
112.75	41217.77	0.64	38

Z tabuľky vyplýva, že pri plne napustenom ramene trvá vyprázdnenie 38 min.



Obr. č. 3.3.: Schéma výtoku stavidlom

## ZÁVER

Rameno Váhu v záujmovej lokalite je v súčasnosti značne zanesené náplavmi, kolísajúca hladina spôsobená prevádzkou VD Kráľová nepriaznivo vplýva na rybiu populáciu a znemožňuje odber vody do príľahlého rybníka Amerika III. Diplomová práca ponúka riešenie týchto problémov návrhom úprav v ramene a technického objektu na vtoku, bez toho aby bol porušený prirodzený charakter ramena.

Prvým zásahom je vyčistenie ramena od naplavenín a nánosov so zachovaním súčasných brehových porastov v čo najväčšej miere, vzhľadom na to, že sú tvorené drevinami prirodzenými pre danú oblasť.

Na základe ichtyologického prieskumu bola určená vhodná hĺbka pre konkrétne druhy rýb, ktoré sa nachádzajú v tejto oblasti a z toho odvodená výšková kóta minimálnej požadovanej hladiny 110,53 m n.m. Dno koryta bude prehĺbené na výškovú kótu 109,03 m n.m. tak, aby bola dodržaná minimálna požadovaná hladina.

V druhom kroku bola odvodená úroveň hladiny, pri ktorej je možný odber do rybníka Amerika III, ktorý je s ramenom prepojený rúrovým systémom. Návrhom jednoduchého stavidla, ktoré bude zasadené do existujúcej hrádzky umožníme reguláciu hladiny v ramene a udržanie úrovne na výškovej kóte 112,73 m n.m.

Súčasťou projektu je tiež návrh biologickej stabilizácie brehov v litorálnom a supralitorálnom pásme, odporúčaná druhová skladba trávnej zmesi a druhová skladba drevín v prípade porušenia existujúceho porastu.

V poslednom rade, hydrotechnické výpočty obsahujúce výpočet hrúbky dosky stavidla, kubatúr výkopových prác a výpočet výtokového množstva a doby vyprázdnenia ramena v prípade, že bude stavidlo otvorené.

Navrhnutými úpravami dôjde k zlepšeniu podmienok života pre rybiu populáciu, k riešeniu problému s kolísajúcou hladinou a tiež k možnosti regulácie vodných stavov v ramene. Prirodzený charakter ramena zároveň ostane zachovaný a brehový porast tvorený pôvodnými drevinami neporušený.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] ŠLEZINGR, M. Revitalizace toků: Příspěvek k problematice úprav vodních toků. I vydání. Brno: VUTUM, 2010. 255 s. ISBN 978-80-214-3942-9
- [2] ŠLEZINGR, M. Základy projektové činnosti - obrazový přehled návrhů stabilizace břehů pomocí břehové armatury. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300 Brno, 2013. ISBN 978-80-7375-833-2.
- [3] Podnebie, počasie a klimatické oblasti Slovenska. Oskole.sk [online]. [cit. 2017-10-16]. Dostupné z: [http://www.oskole.sk/?id\\_cat=6&clanok=2948](http://www.oskole.sk/?id_cat=6&clanok=2948)
- [4] Geografia, obyvateľstvo. Mesto Šaľa [online]. [cit. 2017-10-16]. Dostupné z: <http://sala.sk/clanok/geografia-obyvatelstvo>
- [5] Geologická mapa Slovenska M 1:50 000 [online]. [cit. 2017-10-24] Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2013. Dostupné z: <http://apl.geology.sk/gm50js>.
- [6] InfoServis VÚPOP. InfoPortál VÚPOP [online]. [cit. 2017-10-24]. Dostupné z: <http://www.podnemapy.sk/poda400/viewer.htm>
- [7] Klasifikace půd. ZEMĚPIS - Informace o České republice a celém světě - Geografický server [online]. [cit. 2017-10-25]. Dostupné z: <http://www.zemepis.com/klaspud.php>
- [8] Kelnarová, Z. (2017). Spracovanie údajov z monitorovania kvality povrchovej vody za rok 2016. Bratislava: SHMÚ. [online]. [cit. 2017-10-26]. Dostupné z: [http://www.shmu.sk/File/Hydrologia/Monitoring\\_PV\\_PzV/Monitoring\\_kvality\\_PV/KvPV\\_2016/KvPV\\_2016\\_hodnotenieN.pdf](http://www.shmu.sk/File/Hydrologia/Monitoring_PV_PzV/Monitoring_kvality_PV/KvPV_2016/KvPV_2016_hodnotenieN.pdf)
- [9] Geografia. Trnovec nad Váhom - Oficiálne stránky obce [online]. [cit. 2017-10-26]. Dostupné z: <http://www.trnovecnadvahom.sk/p/405/geografia.html>
- [10] Príroda. SRZ Trnovec - Rybársky blog [online]. [cit. 2017-10-26]. Dostupné z: <http://www.srztrnovec.sk/priroda/>
- [11] Revíry. SRZ Trnovec - Rybársky blog [online]. [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: <http://www.srztrnovec.sk/reviry/>
- [12] Štátny zoznam osobitne chránených častí prírody SR. Enviroportál - Životné prostredie online [online]. [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: <http://uzemia.enviroportal.sk/about>

- [13] Územná ochrana prírody a krajiny a jej stupne. UPVS [online]. [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: [https://www.slovensko.sk/sk/agendy/agenda/\\_uzemna-ochrana-prirody-a-kraji](https://www.slovensko.sk/sk/agendy/agenda/_uzemna-ochrana-prirody-a-kraji)
- [14] MACURA, Viliam, Ivan STRÁŇAI, Martin FARSKY, Andrej ŠKRINÁR, Marcela ŠKROVINOVÁ, Monika JALČOVÍKOVÁ a Ivan STANKOCI. Štúdia opatrení na starom koryta rieky Váh zameraná na zvýšenie rybolovného a rekreačného potenciálu. Bratislava, 2010. Katedra vodného hospodárstva krajiny, Stavebná fakulta, STU.
- [15] ŠLEZINGR, Miloslav a Luboš ÚRADNÍČEK. Vegetační doprovod vodních toků. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009. ISBN 978-807-3753-498.
- [16] STARÝ, Miloš. Nádrže a vodohospodárske soustavy. Brno, 2006.
- [17] JANDORA, Jan a Jan ŠULC. Hydraulika Modul 01: Studijní opora. Brno, 2006.
- [18] HAJKO, Miloš a Lucia SPÁLOVÁ. Revitalizácia starého ramena Váhu za účelom zlepšenia vodných pomerov v ramene. Bratislava, 2017.



## **ZOZNAM OBRÁZKOV**

Obr. č. 1.1. Podrobná geologická mapa 1:50 000	16
Obr. č. 1.2. Pôdna mapa 1:50 000	17
Obr. č. 2.1. Lokalizácia záujmového územia	24
Obr. č. 2.2. Historická mapa hlavného toku Váhu	25
Obr. č. 2.3. Napojenie ramena na hlavný tok Váhu	26
Obr. č. 2.4. Vtok do ramena cez priepust DN 1200	26
Obr. č. 2.5. Cesta z betónových blokov	27
Obr. č. 2.6. Pohľad na staré rameno	27
Obr. č. 2.7. Regulačný objekt na korune ochrannej hrádze	28
Obr. č. 2.8. Stavidlo na vtoku do rybníka Amerika III	29
Obr. č. 2.9. Rybník Amerika III	30
Obr. č. 2.10. Koryto ramena zanesené náplavmi	31
Obr. č. 2.11. Vhodnostná krivka pre pleskáča, ploticu a červenicu	33
Obr. č. 2.12. Vhodnostná krivka pre kapra, karasa a liěna	33
Obr. č. 2.13. Vhodnostná krivka pre šťuku severnú	34
Obr. č. 2.14. Tvar priečneho profile	36
Obr. č. 2.15. Rozdelenie brehových zón	38
Obr. č. 2.16. Stavidlo	40
Obr. č. 2.17. Rez ochrannou hrádzou so stavidlom	41
Obr. č. 2.18.: Ilustrácia prípadnej cyklotrasy vedenej pozdĺž ramena	42
Obr. č. 3.1. Znázornenie zatopených plôch v softvéri Autocad	48
Obr. č. 3.2. Súčinitele výtoku otvorom	51
Obr. č. 3.3. Schéma výtoku stavidlom	53

## **ZOZNAM TABULIEK**

Tab. č. 1.1. Vodný stav Šaľa – Váh	13
Tab. č. 1.2. Priemerné mesačné prietoky 2008 – stanica Šaľa – Váh	15
Tab. č. 2.1. Druhovú skladbu trávnej zmesi pre litorálne pásmo	39
Tab. č. 2.2. Druhovú skladbu trávnej zmesi pre supralitorálne pásmo	39
Tab. č. 3.1. Výpočet zaťaženia vodným tlakom	45
Tab. č. 3.2. Výpočet maximálneho ohybového momentu	45
Tab. č. 3.3. Výpočet hrúbky dosky stavidla	45
Tab. č. 3.4. Kubatúry v prvých 5 častiach	46
Tab. č. 3.5. Kubatúry v časti za rezom 5	46
Tab. č. 3.6. Zatopené plochy a objemy	47
Tab. č. 3.7. Vstupné data	51
Tab. č. 3.8. Výtokové množstvo po prvej iterácii.	51
Tab. č. 3.9. Výpočet výtokového množstva	52
Tab. č. 3.10. Doba vyprázdnenia ramena	52

## **ZOZNAM GRAFOV**

Graf č. 1.1. Fluktuácia hladiny Šaľa – Váh	13
Graf č. 1.2. Priemerné vodné stavy v mesiacoch apríl a máj v roku 2017	14
Graf č. 1.3. Vodné stavy v rokoch 2007-2017	14
Graf č. 1.4. Podiel plôch nepoľnohospodárskej pôdy	20
Graf č. 1.5. Podiel plôch poľnohospodárskej pôdy	20
Graf č. 3.1. Čiary zatopených plôch a objemov	49

## **ZOZNAM PRÍLOH**

Príloha č.1. Prehľadná situácia záujmovej lokality

Príloha č.2. Podrobná situácia záujmovej lokality M 1:500

Príloha č.3. Priečne rezy M 1:250

Príloha č.4. Stavidlo pôdorys M 1:50

Príloha č.5. Stavidlo rez A-A' M 1:50

Príloha č.6. Stavidlo rez B-B' M 1:50